

**UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA DO AMBIENTE

**A Eficiência Energética no Sector Residencial associada à  
Telecontagem**

**- o caso de estudo *EcoFamílias* -**

Patrícia de Almeida Nunes

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia  
da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia do Ambiente, perfil Gestão e Sistemas Ambientais

**ORIENTADOR:** Professor Doutor Francisco Ferreira

Lisboa

2009

## Agradecimentos

Ao Prof. Doutor Francisco Ferreira pela oportunidade facultada na realização deste trabalho, pela orientação, pelos conselhos dados na resolução das dificuldades com que me fui deparando ao longo destes meses e pelas diversas sugestões dadas no tratamento estatístico dos resultados.

À Empresa ISA e à associação ambiental Quercus, pela oportunidade concedida em realizar este trabalho.

Ao Eng.º Nuno Francisco pela disponibilidade demonstrada, pelos esclarecimentos prestados, e pela documentação fornecida.

Às Engenheiras Ana Rita Antunes, Ana Filipa Alves e Sara Ramos, pelo encorajamento dado, pela disponibilidade em proporcionar todas as condições necessárias à elaboração desta dissertação e pela partilha dos seus conhecimentos.

À minha mãe por ser uma referência para mim, pelo constante apoio e encorajamento e pelos obstáculos enfrentados para que eu conseguisse chegar onde cheguei hoje.

À minha irmã gémea, pelo grandioso ser humano que demonstra ser todos os dias e pelo enorme incentivo que me deu ao longo de todo o meu percurso académico.

Ao Dinis pela ajuda, encorajamento e paciência disponibilizada.

Ao meu grande amigo e colega Carlos Brito que ao longo de todo o percurso académico e elaboração desta dissertação me deu uma grande força e ajuda.

A todos os restantes familiares, amigos e colegas, pelo encorajamento e apoio dado durante todas as fases deste trabalho.

## Sumário

O presente trabalho estuda o desempenho do concentrador *iMeter*, desenvolvido pela empresa ISA, que integra um sistema de telecontagem de energia eléctrica em baixa tensão, no contexto do diagnóstico e avaliação de medidas de conservação de energia e eficiência energética. O estudo consistiu na análise dos consumos recolhidos pelo referido equipamento em sete agregados familiares envolvidos no projecto *EcoFamílias* desenvolvido pela Quercus. Foram avaliadas e comparadas diversas funcionalidades de diversos aparelhos de medição utilizados nesse projecto. Procurou-se, através da implementação de medidas como a substituição de equipamentos eléctricos existentes por outros electricamente mais eficientes, anulação de consumos *standby* e *off-mode*, e deslocação de consumos, estimar a poupança de consumo e a redução de emissão de gases com efeito de estufa associados. Com este estudo, conclui-se que a integração de sistemas de telecontagem é fundamental para alcançar objectivos como: a diminuição de consumos eléctricos, uma melhor gestão da procura de energia pelos consumidores, maior nível de informação relativamente à potencia contratada, consumos e hábitos de utilização dos seus equipamentos, maior transparência no fornecimento de energia eléctrica, abandono da leitura visual ou por estimativa e maior gestão das perdas por parte das empresas distribuidoras.

## Abstract

This thesis evaluates the performance of the *iMeter* concentrator, developed by ISA, which integrates a Low Tension Electric Energy Telemetry System, in the diagnosis and assessment of measures of energy conservation and energy efficiency. The study consisted on the analysis of the consumptions registered by the *iMeter* on seven family households enrolled on the *EcoFamílias* project, developed by *Quercus*. Several functionalities of several metering equipments were evaluated and compared on the referred project. The goal was to estimate the consumption savings and reduce the emission of the associated greenhouse effect gases through the implementation of measures such as the replacement of electric equipments already present by more efficient ones, eliminating *stand-by* and *off-mode* consumptions and consumption displacement. With this study it is possible to conclude that the integration of Telemetry Systems is fundamental to achieve objectives as the reduction of electric consumptions, a better management of energy demand from consumers, a higher level of information concerning maximum contracted power, consumption, and uses of their equipment, higher transparency on electric energy supply, abandoning visual or estimation measurement, and better management of losses by distribution companies.



## Acrónimos

AMR - *Automatic Metering Reading*

AT - Alta Tensão

AV – Alta Voltagem

BT – Baixa Tensão

BV - Baixa Voltagem

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

CR - Conselho de Reguladores

DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia

DLC - *Distribution Line Communication*

DSM - *Demand side management*- métodos de gestão da procura

DSO – Operador do Sistema de Distribuição

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

ESMA - Aliança Europeia da Medição Inteligente

GEE – Gases de Efeito de Estufa

GPRS - *General Packet Radio Service*

GSM - *Global System For Mobile Communication*

IEE - *Intelligent Energy Europe*

ISA - *Intelligent Sensing Anywhere*

kW – kiloWatt

MAT - Muito Alta Tensão

MIBEL - Mercado Ibérico de Electricidade

MT - Média Tensão

Mtep - Milhões de toneladas equivalentes de petróleo

MV - Média Voltagem

RMR - *Remote Meter Reading*

RTP - *Real Time Pricing*

SCADA - *Supervisory Control And Data Acquisition*

SP - *Spot Pricing*

ST - Sistemas de Telecontagem

TVHD - Tarifas Variáveis com as Hora do Dia

UE - União Europeia

## Índice de Matérias

1. Introdução .....	1
1.1. Enquadramento .....	1
1.2. Objectivos e âmbito .....	3
1.3 Organização da Dissertação .....	3
2. Energia.....	5
2. 1. Caracterização da Energia em Portugal .....	5
2.2. Telecontagem.....	7
2.2.1. Evolução histórica dos sistemas de contagem de electricidade .....	9
2.2.2. Situação Actual da Medição da Energia Eléctrica em Portugal.....	11
2.2.3- Situação da Telecontagem em diversos Países .....	14
2.2.4 – Funcionalidades dos sistemas de telecontagem .....	21
2.2.5 - Factores de Desenvolvimento dos Sistemas de Telemedida.....	24
2.2.6 - Vantagens e Desvantagens dos Sistemas de Telecontagem .....	25
2.2.7 – Impactos da Telecontagem.....	26
2.2.8 - Serviços de valor acrescentado resultantes da implementação de um Sistema de Telecontagem.....	27
3-Metodologia .....	33
3.1- Projecto <i>EcoFamílias</i> .....	33
3.2- Monitorização - <i>iMeter</i> – Concentrador de recolha de dados .....	35
4 - Análise de Consumos – Caso de Estudo Ecofamílias e <i>iMeter</i> .....	39
4.1 - Máquina de lavar loiça sem consumo <i>off-mode</i> .....	40
4.1.1 – Substituição por uma máquina mais eficiente .....	44
4.1.2 - Deslocação de Cargas .....	45
4.1.3 - Diagrama de Carga Resultante.....	46
4.2- Máquina de lavar loiça com consumo <i>off-mode</i> .....	48
4.2.1 Substituição por uma máquina mais eficiente.....	50
4.2.2 - Eliminação do Consumo <i>off-mode</i> .....	51
4.2.3 - Deslocação de Cargas .....	53
4.2.4 - Diagrama de Carga Resultante.....	54
4.3 - Fogão .....	56
4.3.1 - Substituição por um fogão mais eficiente.....	59
4.3.2 - Diagrama de Carga Resultante.....	61

4.4 - Televisão.....	61
4.4.1 - Eliminação do Consumo <i>Stand-by</i> e <i>off-mode</i> .....	63
4.4.2 - Diagrama de Carga Resultante.....	65
4.5 - Máquina de lavar roupa .....	66
4.4.1 - Substituição por uma máquina mais eficiente .....	69
4.4.2 - Eliminação do Consumo <i>off-mode</i> .....	69
4.4.3 - Deslocação de Cargas.....	71
4.4.4 - Diagrama de Carga Resultante.....	72
4.5- Iluminação .....	74
4.5.1 – Substituição da iluminação.....	76
4.5.2 - Diagrama de Carga Resultante.....	78
4.6 - Frigorífico.....	79
4.6.1 – Substituição do frigorífico.....	80
4.6.2 - Diagrama de Carga Resultante.....	82
4.7 - Arca .....	82
4.7.1 – Substituição da arca.....	84
4.7.2 - Diagrama de Carga Resultante.....	86
4.8 - Ar Condicionado .....	87
4.8.1 - Eliminação do consumo <i>off-mode</i> .....	90
4.8.2 - Diagrama de Carga Resultante.....	91
5 - Emissões de Gases de Efeito de Estufa.....	92
6- Principais Resultados .....	95
7- Eficiência do <i>iMeter</i> para a recolha de consumos.....	97
8- Análise SWOT do aparelho <i>iMeter</i> no caso de estudo .....	100
9- Conclusões .....	101
10-Referências Bibliográficas .....	104

## Índice de Figuras

Figura 2.1 - Emissão de GEE em Portugal (1990-2015).....	7
Figura 2.2 - Hierarquia das tecnologias de leitura dos contadores.....	9
Figura 2.3 - Situação Actual e Situação com sistema de telecontagem.....	12
Figura 2.4 - Factores de Desenvolvimento dos sistemas de telecontagem.....	24
Figura 2.5 - Principais Impactos da telecontagem.....	26
Figura 3.1 – <i>Energy Check</i> .....	34
Figura 3.2 – <i>iMeter</i> .....	34
Figura 3.3- Medição de equipamentos com o <i>iMeter</i> em duas das habitações do caso de estudo .....	36
Figura 3.4 - Modo de funcionamento do <i>iMeter</i> .....	37
Figura 4.1 - Diagrama de carga horário da máquina de lavar loiça (período total) .....	40
Figura 4.2 -Distribuição Percentual do consumo da máquina pelos dias de semana .....	41
Figura 4.3 - Diagrama de Carga Anual da máquina no período de estudo .....	42
Figura 4.4 - Tempo dos dois estados de presença da máquina .....	42
Figura 4.5- Diagrama de Carga Horário da Máquina de Lavar Loiça (período total).....	43
Figura 4.6 - Distribuição Percentual do consumo da máquina pelos dias de semana.....	43
Figura 4.7 - Diagrama de Carga Horário Resultante das medidas tomadas.....	48
Figura 4.8 - Tempo dos dois estados de presença da máquina.....	48
Figura 4.9 - Diagrama de Carga Horário da Máquina de Lavar Loiça do período de estudo .....	49
Figura 4.10 - Distribuição Percentual do consumo da máquina pelos dias de semana.....	50
Figura 4.11 - Diagrama de Carga Horário Resultante das medidas tomadas.....	56
Figura 4.12 - Diagrama de Carga Horário do Fogão (período total).....	56
Figura 4.13 - Distribuição Percentual do consumo do fogão pelos dias de semana.....	57
Figura 4.14 - Diagrama de Carga Anual do fogão no período de estudo.....	57
Figura 4.15 - Tempo e Consumo dos dois estados de presença do fogão.....	58
Figura 4.16 - Diagrama de Carga Horário do fogão do período de estudo.....	58
Figura 4.17 - Distribuição Percentual do consumo do fogão pelos dias de semana.....	59
Figura 4.18 - Diagrama de Carga Horário Resultante das medidas tomadas.....	61
Figura 4.19 - Tempo e Consumo dos dois estados de presença da televisão.....	62
Figura 4.20 - Diagrama de Carga Horário da Televisão.....	62
Figura 4.21 - Distribuição Percentual do consumo da televisão pelos dias de semana .....	63
Figura 4.22 - Diagrama de Carga Horário Resultante das medidas tomadas.....	65

Figura 4.23 - Diagrama de Carga Horário da Máquina de Lavar roupa.....	66
Figura 4.24- Distribuição Percentual do consumo da máquina pelos dias de semana.....	66
Figura 4.25 - Diagrama de Carga Anual da máquina no período de estudo.....	67
Figura 4.26 - Tempo e Consumo dos dois estados de presença da máquina.....	68
Figura 4.27 - Diagrama de Carga Horário da Máquina de Lavar roupa do período de estudo .....	68
Figura 4.28 - Distribuição Percentual do consumo da máquina pelos dias de semana.....	69
Figura 4.29 - Diagrama de Carga Horário Resultante das medidas tomadas.....	73
Figura 4.30 - Percentagem de presença dos vários tipos de iluminação.....	74
Figura 4.31 - Tempo dos dois estados de presença da iluminação.....	75
Figura 4.32 - Diagrama de Carga Horário da iluminação do período de estudo.....	76
Figura 4.33 - Distribuição Percentual do consumo da iluminação pelos dias de semana.....	76
Figura 4.34 - Diagrama de Carga Horário Resultante das medidas tomadas .....	78
Figura 4.35 - Diagrama de Carga Horário do frigorífico do período de estudo .....	79
Figura 4.36 - Distribuição Percentual do consumo do frigorífico pelos dias de semana.....	80
Figura 4.37 - Diagrama de Carga Horário Resultante das medidas tomadas .....	82
Figura 4.38 - Diagrama de Carga Horário da arca do período de estudo .....	83
Figura 4.39 - Distribuição Percentual do consumo da arca pelos dias de semana .....	83
Tabela 4.40 - Diagrama de Carga Horário Resultante das medidas tomadas .....	86
Figura 4.41 - Diagrama de Carga Horário do ar condicionado (período total) .....	87
Figura 4.42- Distribuição Percentual do consumo do ar condicionado pelos dias de semana.....	87
Figura 4.43 - Diagrama de Carga Anual do ar condicionado no período de estudo .....	88
Figura 4.44 - Diagrama de Carga Horário do ar condicionado do período de estudo.....	89
Figura 4.45 - Distribuição Percentual do consumo da máquina pelos dias de semana.....	89
Figura 4.46 - Diagrama de Carga Horário Resultante das medidas tomadas .....	92
Figura 5.1- Emissões de CO2 anuais (Kg CO2/ano) associados a cada equipamento antes e depois das medidas implementadas .....	94
Figura 7.1 - Eficiência do <i>iMeter</i> para a recolha de consumos .....	99
Figura 8.1 - Análise SWOT do aparelho <i>iMeter</i> no caso de estudo .....	100

## Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Funcionalidades dos sistemas de medida digitais e com recolha remota de dados .....	21
Tabela 2.2- Vantagens e Desvantagens dos sistemas de telecontagem.....	25
Tabela 23- Impactos dos sistemas de telecontagem no Diagrama de Cargas.....	29
Tabela 3.1 - Alguns aspectos das habitações estudadas .....	35
Tabela 4.1- Principais características da máquina de lavar loiça .....	42
Tabela 4.2- Análise do potencial de substituição da máquina de lavar loiça .....	44
Tabela 4.3 - Distribuição dos consumos médios horários em Wh antes e depois das deslocações .....	45
Tabela 4.4 - Tarifários para as diferentes situações .....	46
Tabela 4.5 - Distribuição dos consumos médios horários em Wh antes e depois das medidas tomadas .....	47
Tabela 4.6 - Principais características da máquina de lavar loiça .....	48
Tabela 4.7 - Análise do potencial de substituição da máquina de lavar loiça .....	50
Tabela 4.8 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado .....	52
Tabela 4.9 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado .....	53
Tabela 4.10 - Tarifários para as diferentes situações .....	54
Tabela 4.11 - Distribuição dos consumos médios horários em Wh antes e depois das medidas tomadas .....	55
Tabela 4.12- Principais características do fogão .....	58
Tabela 4.13 - Análise do potencial de substituição do fogão .....	60
Tabela 4.14 - Tarifários para as diferentes situações .....	61
Tabela 4.15- Balanços do Consumo total de electricidade e Emissões de CO2 anuais associados à televisão .....	62
Tabela 4.16 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado .....	64
Tabela 4.17 - Tarifários para as diferentes situações .....	65
Tabela 4.18 - Principais características da máquina de lavar roupa .....	67
Tabela 4.19 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado .....	70

Tabela 4.20 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado .....	71
Tabela 4.21 - Tarifários para as diferentes situações .....	72
Tabela 4.22 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado .....	73
Tabela 4.23 - Substituição de lâmpadas incandescentes e de halogéneo por fluorescentes compactas .....	75
Tabela 4.24 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado .....	77
Tabela 4.25 - Tarifários para as diferentes situações .....	78
Tabela 4.26 - Análise do potencial de substituição do frigorífico .....	80
Tabela 4.27 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado .....	81
Tabela 4.28 - Tarifários para as diferentes situações .....	82
Tabela 4.29 - Análise do potencial de substituição da arca .....	84
Tabela 4.30- Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado .....	85
Tabela 4.31 - Tarifários para as diferentes situações .....	86
Tabela 4.32 - Principais características do ar condicionado .....	88
Tabela 4.33 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado .....	90
Tabela 4.34 - Tarifários para as diferentes situações .....	91
Tabela 5.1 - Emissões de CO <sub>2</sub> anuais (Kg CO <sub>2</sub> /ano) associadas a cada equipamento antes e depois das medidas implementadas e percentagem de redução de emissões de CO <sub>2</sub> .....	93
Tabela 6.1 - Potenciais de poupança associadas às várias medidas implementadas .....	95
Tabela 6.2 - Funcionalidades do <i>iMeter</i> associadas às várias medidas implementadas em cada equipamento. ....	97
Tabela 7.1 - Eficiência do <i>iMeter</i> para a recolha de consumos.....	98

## 1- Introdução

### 1.1 - Enquadramento

O aumento do consumo eléctrico anual torna inadiável a tomada de medidas que induzam a redução ou o abrandamento desse mesmo consumo, quer ao nível nacional como global, pois as emissões produzidas estão a despoletar alterações climáticas perigosas no planeta. Se não ocorrer um controlo imediato das emissões de dióxido de carbono, o aquecimento global resultante trará consequências nefastas como desertificação, migrações das populações, erosão da costa marítima, perda da biodiversidade, entre muitas outras. Assim, a passagem para uma economia de baixo carbono e para o aumento da eficiência energética, passa por Portugal a nível comunitário, estar integrado em políticas energéticas e ambientais europeias. Até 2020, o conjunto dos Estados-Membros da União Europeia, terão de reduzir em 20% face aos níveis de 1990 as suas emissões de gases com efeito de estufa; aumentar em 20% o uso de fontes renováveis e adoptar medidas para obter uma poupança energética de 20% face aos níveis de consumo actuais. Existem já medidas definidas no curto prazo (até 2012) no Programa Nacional para as Alterações Climáticas, que promovem a eficiência energética no sector eléctrico e deverão ser seguidas essencialmente no sector residencial e terciário. Torna-se assim crucial que Portugal reduza o seu consumo eléctrico, quer por motivos estratégicos pois depende fortemente de outros países para satisfazer as suas necessidades de combustíveis fósseis utilizados nas centrais termoeléctricas, quer por motivos económicos pois o custo da factura de electricidade representa uma fracção significativa das despesas de uma habitação.

Devido aos elevados consumos eléctricos por parte do sector residencial, as emissões de gases de efeito de estufa (GEE) associadas são igualmente consideráveis (DGEG, 2006). No contexto deste estudo apenas foi considerado o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) pois é o gás que em termos de quantidade emitida é o principal responsável por produzir sérios efeitos nocivos no ambiente global. Em termos de sustentabilidade ambiental, é assim importante proceder a medidas de redução do CO<sub>2</sub>. Portugal e muitos outros países, no quadro da ratificação do Protocolo de Quioto, assumiram o compromisso de aplicar medidas de redução das emissões de GEE no horizonte de 2008-2012, face ao nível das emissões registadas em 1990. A União Europeia (UE) comprometeu-se a reduzir em 8% o total das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) no total dos seus Estados-Membros havendo uma partilha do esforço de redução por cada Estado-Membro.



Portugal dado o seu menor grau de desenvolvimento foi autorizado a aumentar em 27% as suas emissões no período entre 1990 e 2008-2012.

No que respeita à energia eléctrica, as empresas distribuidoras utilizam maioritariamente o tradicional contador electromecânico para medirem os consumos de electricidade em habitações. As desvantagens deste instrumento de medição assentam essencialmente no facto de necessitarem de um técnico que leia os valores mostrados por este contador e por os valores mostrados não serem informação fácil para os consumidores perceberem o seu comportamento de consumo e até, eventualmente, os impactes ambientais associados.

Devido à presente situação ambiental bem como do sistema eléctrico em Portugal, é crucial adaptar o existente paradigma eléctrico a uma nova realidade, nomeadamente, no que se refere à qualidade do serviço prestado bem como à introdução de novos serviços. A implementação de tecnologias de telecontagem no sistema eléctrico nacional, poderá ser um meio estratégico a adoptar no sentido de promover uma melhoria do actual desempenho eléctrico nacional, pois a contagem electrónica possibilitada por estas tecnologias permite quer às distribuidoras quer aos consumidores, um maior controlo e redução dos consumos eléctricos e consequentemente dos custos. Neste sentido, Portugal e Espanha acordaram o Plano de Compatibilização Regulatória em que foi apresentado um calendário de substituição dos contadores tradicionais de energia eléctrica para contadores de telecontagem e uma proposta harmonizada para as especificações e funcionalidades mínimas dos contadores do segmento doméstico e das pequenas empresas. Assim, a Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE) apresentou uma proposta ao governo admitindo como viável a substituição de contadores entre 2010 e final de 2015.

Os sistemas de telecontagem constituem actualmente uma área de investigação onde o grande desafio é o desenvolvimento de hardware e software suficientemente flexíveis e modulares para permitir aplicações e desenvolvimentos futuros. Existe um consenso mais ou menos generalizado de que a utilização de sistemas de telecontagem é inevitável. Questões como o nível de automação que se vai atingir e quando se vai atingir, estão dependentes dos investimentos envolvidos, da recuperação do respectivo capital, do grau de normalização, da fiabilidade e da segurança dos equipamentos a desenvolver. Dado o potencial de telecontagem, conclui-se que seria possível um maior investimento nestas tecnologias, se existisse uma convergência do preço actual de electricidade da rede para um valor real e uma

diminuição dos custos de investimento associados a estas tecnologias. Para tal, é necessário que a política energética se oriente nesse sentido.

## 1.2 - Objectivos e âmbito

Apesar de existirem já em Portugal diversos Sistemas de Telecontagem (ST), os seus custos e anomalias têm tornado lenta a implementação destes sistemas em todos os clientes de Baixa Tensão (BT). Como Portugal se comprometeu a implementar a telecontagem na gestão das redes eléctricas, este trabalho tem como objectivo principal evidenciar o interesse desta tecnologia, mais propriamente do concentrador *iMeter*, na monitorização dos consumos de electricidade com a consequente possibilidade de implementação de medidas de eficiência energética nas instalações dos clientes.

Pretende-se analisar a eficácia do aparelho de telecontagem *iMeter* desenvolvido pela empresa *Intelligent Sensing Anywhere* (ISA) na monitorização de consumos de electricidade no sector residencial. O aparelho *iMeter* foi integrado no projecto *EcoFamílias*, levado a cabo pela Quercus – Associação Nacional de Conservação da Natureza, pois permitiu fazer a leitura remota de equipamentos de difícil acesso ou inacessíveis ao aparelho *Energy Check* que fez a leitura local de consumos pelas tomadas.

Neste trabalho foram realizadas pesquisas quer no âmbito nacional como internacional sobre os temas da telecontagem, eficiência energética e estabelecidos contactos com um dos responsáveis da empresa ISA.

## 1.3 - Organização da Dissertação

Após o capítulo 1 referente à Introdução, o capítulo 2 referente à Energia começa por fazer a caracterização da energia em Portugal tendo em conta a contribuição do sector residencial no panorama energético do país, a emissão de gases de efeito de estufa e os compromissos europeus e internacionais assumidos por Portugal. Posteriormente e ainda no capítulo 2 é desenvolvido o conceito de telecontagem, onde começa por apresentar a evolução histórica dos sistemas de contagem de electricidade, a situação actual da medição da energia eléctrica em Portugal e a situação da telecontagem em diversos países. Apresenta também as motivações, estímulos e factores de desenvolvimento dos sistemas de telecontagem, as

vantagens, desvantagens e impactos da telecontagem e a caracterização dos serviços de valor acrescentado resultantes da implementação de um sistema de telecontagem.

Constatada a importância e a inevitabilidade da instalação de sistemas de telecontagem, descreve-se, no capítulo 3 referente à Metodologia, o sistema electrónico *iMeter* desenvolvido para instalar, na casa de cada consumidor, como suporte local de um sistema de telecontagem. São também descritas as condições em que a monitorização remota dos consumos de electricidade ocorreu, tendo em conta, a selecção das famílias representativas do sector residencial português e as características do aparelho *iMeter*.

No capítulo 4 referente à análise de consumos – caso de estudo *Ecofamílias* e *iMeter*, é descrita a aplicação prática do protótipo experimental descrito na proposta metodológica, desenvolvido para testar algumas das funcionalidades e potencialidades da implementação da telecontagem na monitorização de consumos de electricidade no sector residencial (leitura remota dos consumos de electricidade de equipamentos de difícil acesso ou inacessíveis, funções *Automatic Metering Reading* (AMR); gestão da procura de energia; monitorização individual do nível de qualidade de serviço do cliente; potencial desenvolvimento de serviços de valor acrescentado, facturação com base em resultados actualizados de leituras de medição, etc.

Após o capítulo 5 referente às emissões de Gases de Efeito de Estufa associados a cada equipamento monitorizado no capítulo anterior, antes e depois das medidas implementadas, o capítulo 6 referente aos Principais Resultados, é efectuada uma síntese da análise prática que se fez no capítulo 4. No capítulo 7 é realizada a análise da eficiência do *iMeter* para a recolha de consumos nas habitações de estudo e no capítulo 8 é realizada uma análise SWOT deste instrumento de medição no caso de estudo.

Finalmente, no capítulo 8 referente às Conclusões, tal como o próprio nome sugere, são apresentadas algumas conclusões a tirar deste trabalho e do instrumento de telecontagem analisado, assim como apontadas orientações a desenvolvimentos futuros.

## **2- Energia**

### **2.1 - Caracterização da Energia em Portugal**

O consumo de energia final, apesar de nos últimos anos ter estabilizado de acordo com o balanço energético nacional elaborado pela Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG), apresentou entre 1990 e 2006 um aumento de 57,9% tendo havido assim um total de energia final consumida em 1990 de 12,1 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep), e um consumo em 2006 de cerca de 19,1 Mtep (DGEG, 2006).

Sendo a intensidade energética uma medida do número de toneladas equivalente de petróleo que o país necessita para produzir 1 milhão de euros de economia, quanto maior for a intensidade energética menor será a eficiência energética. Isto é para produzir uma unidade de riqueza o país que tem uma maior intensidade energética gasta mais energia nessa unidade de riqueza do que outro país com menor intensidade energética. No que se refere à intensidade de energia final, Portugal ocupava em 2005 na União Europeia um lugar cimeiro neste indicador sendo assim um dos países menos eficientes no universo em causa. Relativamente aos países com menor intensidade energética pode-se mencionar Dinamarca, Itália, França, Alemanha. Em relação à intensidade energética primária, a partir de 1990 Portugal divergiu da UE-15, verificando-se assim um aumento da intensidade energética em Portugal e em contrapartida uma redução por parte da UE-15 (Fernandes, 2008).

Verificamos também pelo balanço energético nacional efectuado segundo a DGGE, que a produção doméstica de energia, entre 1990 e 2006, representou em média 13% em relação ao total de energia importada, sendo por isso, Portugal um país extremamente dependente do ponto de vista energético. No mesmo período e no que se refere ao tipo de combustível importado, Portugal apresentou um maior aumento percentual no perfil da importação energética nacional na electricidade e no gás natural (DGEG, 2006).

A electricidade, representa a segunda maior parcela no consumo energético final, sendo que o seu consumo total entre 1990 e 2006 aumentou cerca de 100,3%. Tal como aconteceu com o consumo de petróleo, o maior aumento do consumo de electricidade foi registado entre 1995 e 2000 (DGEG, 2006).

Contrariamente ao que se podia esperar, o consumo total de energias renováveis não tem variado significativamente ao longo dos anos, tendo-se mesmo verificado um decréscimo entre 1990 e 2006 de cerca de 32.373 toneladas equivalentes de petróleo (tep), o que equivale a 1,8%. Em termos de consumo final, constatou-se um decréscimo de aproximadamente 5,5% do total de energias renováveis, entre 1990 e 2006, pois passou de 14,6% do consumo final associado a este recurso em 1990 para 9% em 2006 (DGEG, 2006).

O sector doméstico e o sector de serviços têm uma grande fatia de responsabilidade no consumo de energia final por sector económico pois consomem cerca de 1/3 da energia, sendo grande parte deste consumo dominado pela energia eléctrica utilizada para iluminação, equipamentos, entre outros (DGEG, 2006).

Assim, o sector energético português constitui um dos pontos fracos da economia portuguesa devido à forte dependência do país ao nível da importação de recursos. Portugal, quer pela aposta em sistemas mais eficientes de consumo ou pela aposta em energias renováveis, tem-se esforçado para otimizar o consumo energético nos diferentes sectores de actividade. Por se considerar que no sector residencial existem diversas oportunidades de melhoria em termos de minimização dos consumos eléctricos, irá ser analisada neste estudo a sua dimensão eléctrica.

O ponteadado a azul na Figura 2.1 representa os milhões de toneladas de emissão de GEE em Portugal desde 1990 até 2005 e a linha verde representa o objectivo de Portugal em termos de emissão dos GEE, de forma a cumprir o Protocolo de Quioto. Portugal em termos de emissão de GEE, não poderá ter níveis de emissão no período 2008-2012 superiores a 27% face a 1990. Segundo o Protocolo de Quioto, Portugal tem um tecto de 75 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente e, em 2005 os níveis de emissão atingiram quase as 90 milhões de toneladas, existindo assim uma acentuada divergência neste indicador, ou seja cerca de 50% de aumento face aos valores de emissão verificados em 1990. Em termos de factura energética, se esta tendência não for invertida, em 2010, existirá um excesso de 15 milhões de toneladas (Fernandes, 2008).

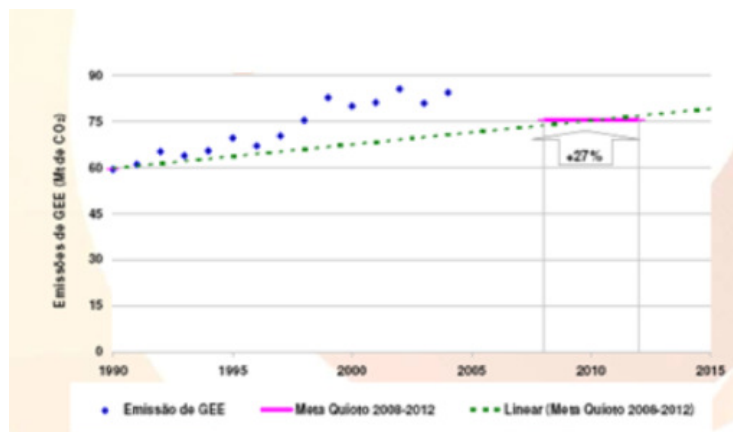


Figura 2.1 - Emissão de GEE em Portugal (1990-2015) (Fonte: Fernandes, 2008)

Para o cálculo das emissões nacionais de dióxido de carbono no sector residencial, devemos ter em conta os Inventários Nacionais de Emissões de GEE (NIR – *National Inventory Report*) que contêm os dados de emissões nacionais anuais submetidos à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (*United Nations Framework Convention on Climate Change* - UNFCCC) e têm igualmente servido de base a diversos estudos nacionais, tal como o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC). Estima-se assim, que em Portugal, se verificará um crescimento das emissões de GEE provenientes do consumo energético no sector doméstico de 41% até 2010, face ao ano base de 1990.

## 2.2 - Telecontagem

O conceito de telecontagem diz respeito a sistemas de comunicação que permitem remotamente e em tempo real, executar medições em sítios remotos ou inacessíveis o que possibilita o controlo, a monitorização e a coordenação, total ou parcial, das infra-estruturas e serviços de distribuição. As medições recolhidas são posteriormente transmitidas a dispositivos de recepção de dados onde são monitorizadas, processadas, e armazenadas (Barros, 1999; Cruz, 1994).

“O sistema de telecontagem constitui o suporte de base para a recolha e o processamento de dados associados aos fluxos de energia necessários para as liquidações dos relacionamentos comerciais entre as várias entidades do Sistema Eléctrico Nacional. É composto por um conjunto de equipamentos locais que efectuem a contagem da energia transaccionada e que garantem a memorização remota dos respectivos valores em períodos de integração determinados. Estes equipamentos locais são dotados de capacidade de comunicação de informação entre si e com equipamentos centrais que efectuem a recolha centralizada da

informação e o subsequente tratamento, nomeadamente para efeitos de liquidação e facturação” (ERSE, 2003).

“Em cada instalação deve existir, pelo menos, um concentrador remoto de dados que recolha as informações dos diferentes contadores da instalação, proceda à sua datação e garanta a sua memorização em memória não volátil durante um largo período de tempo. A transmissão desta informação entre contadores e concentrador deve ser suportada em ligações físicas permanentes, preferencialmente do tipo série. O concentrador remoto deve, ainda, ter capacidade de detecção e memorização de alarmes de funcionamento anormal. O contador e o concentrador remoto podem estar integrados num mesmo equipamento” (ERSE, 2003) .

A implementação de sistemas de medição inteligente proporcionam uma base tecnológica que torna possível a implementação de produtos e serviços baseados no mercado que encorajam o utilizador final a poupar energia. Os fornecedores de electricidade e operadores do sistema de distribuição desempenham um papel fundamental numa utilização total do potencial da poupança energética da medição inteligente, mas necessitam de um benefício para desempenhá-lo. As novas oportunidades de mercado podem oferecer esse benefício (Morch et al., 2007).

O sistema de telecontagem é sobretudo constituído por três módulos fundamentais (Gerwen, 2006):

- Contadores Inteligentes - instrumentos de medição e transmissão da energia consumida (ou produzida) pelos consumidores;
- Infra-estrutura de Dados - conjunto de instalações e meios que possibilitam que os dados recolhidos pelos contadores e as informações do sistema sejam transferidos para os equipamentos centrais. A comunicação pode ocorrer também dos equipamentos centrais para os locais. Como exemplos de sistemas de comunicação de dados temos: *Distribution Line Communication* (DLC), *Global System For Mobile Communication* (GSM), *General Packet Radio Service* (GPRS);
- Processamento de Dados – realiza-se nos equipamentos centrais para futura facturação e liquidação.

### 2.2.1 - Evolução histórica dos sistemas de contagem de electricidade

A medição de energia eléctrica em Portugal é efectuada maioritariamente por contadores electromecânicos instalados junto dos clientes. A recolha de dados de consumos para o processamento da facturação é realizada através de leituras directas de contadores por agentes da distribuidora, os operadores de leitura. No entanto, e contrariamente ao que ocorreu no passado em que os projectos baseados em esquemas de telecontagem foram recusados porque não existiam meios tecnológicos eficientes para os concretizar e os custos estimados de implementação de tais esquemas eram muito maiores que as economias que iriam proporcionar, verifica-se hoje em dia a implantação de sistemas bidireccionais de leitura remota de contadores um pouco por todo o mundo. Tal deve-se ao impacto da introdução dos sistemas de informação nos processos tecnológicos e à evolução tecnológica que se tem verificado na indústria da electricidade, sobretudo na concepção de contadores de electricidade baseados em microprocessador com capacidade de processamento e comunicação digital (em detrimento dos contadores *Ferraris* convencionais) (Barros, 1999).

Assim, desde que o primeiro contador de electricidade foi inventado, em meados do ano de 1890, houve uma evolução das técnicas de leitura dos contadores. A hierarquia das técnicas de leitura, constituída por 5 categorias, é representada pela Figura 2.2, e é usualmente considerada por muitas companhias, como uma estratégia de evolução prática a seguir até atingir o sistema completamente automatizado de leituras AMR (Barros, 1999; Ramage, 2003).

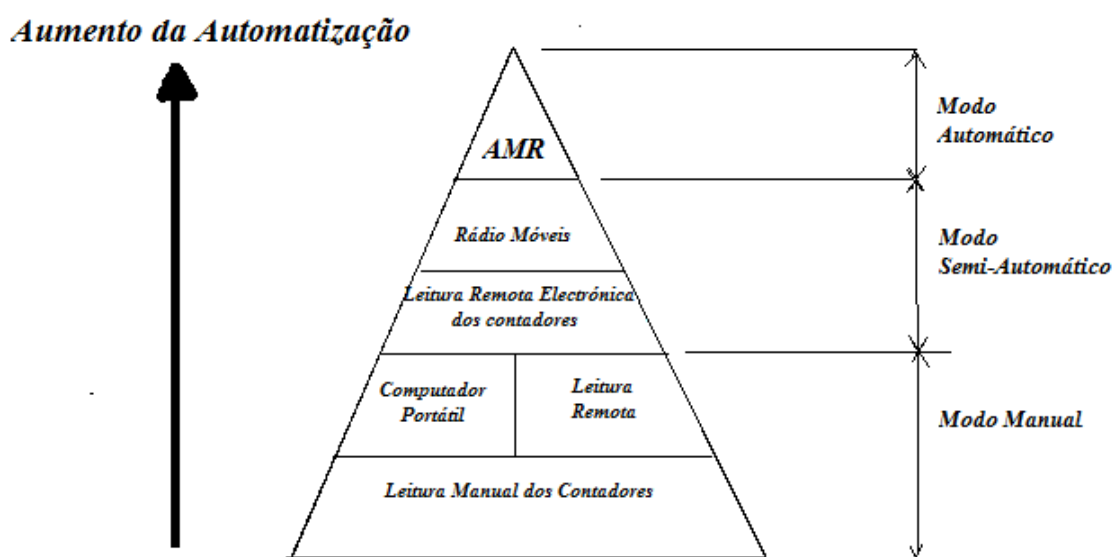


Figura 2.2 - Hierarquia das tecnologias de leitura dos contadores (Fonte: Barros, 1999)



Existem cinco categorias de leitura dos contadores (Barros, 1999):

- Leitura Manual dos Contadores: O operador de leitura lê os consumos indicados pelo mostrador do contador e assinala-os manualmente num livro próprio. Este é o processo mais básico de leitura.
- Computador Portátil: O operador de leitura lê o consumo indicado pelo mostrador do contador e introduz o valor lido no dispositivo portátil. Apesar do dispositivo portátil não obter as leituras de forma automática, esta forma de leitura constitui uma mais-valia para o processo da facturação, pois aumenta a precisão dos cálculos e indica possíveis erros quando o valor da leitura está fora da gama esperada. Estes dispositivos possibilitam ainda fazer o encaminhamento do circuito diário a percorrer pelo operador.
- Leitura Remota do Contadores: Os dados são transferidos de forma electrónica do contador para o dispositivo portátil. No entanto este processo necessita que haja um contacto físico entre o dispositivo portátil e o contador ou um módulo de interface ligado a um contador nas redondezas. Apresenta como vantagem o facto de eliminar completamente os erros associados à leitura visual e à introdução manual de dados. A normalização do uso de terminais portáteis para comunicar com os contadores através de um interface óptico, deu-se em fins de 1992, quando foi estabelecida a norma standard IEC 1107.
- Leitura dos contadores por rádios móveis: O operador de leituras necessita somente de se aproximar da área circundante a esse contador, pois é enviado um sinal de rádio frequências que faz “acordar” o transmissor (localizado no contador) e que depois envia as leituras ao receptor. Este receptor pode ser um veículo que transporta um computador ou um dispositivo portátil.
- Leitura Automática dos contadores (AMR): A partir de um canal de comunicação bidireccional, é feita a transmissão de pedidos e recepção de informações de leituras a partir de uma estação central, conseguindo-se assim realizar uma leitura de contadores de forma completamente automática. Ao contrário dos casos anteriores, já não é necessário que o operador se desloque ao local do contador, pois as leituras dos contadores são geridas automaticamente por um sistema computadorizado.

Estas cinco categorias de leitura podem-se dividir em três tipos de procedimentos, o modo manual, o semiautomático e o completamente automático, pois são diferentes quer a nível funcional como a nível das suas capacidades (potencialidades). O modo semi-automático é

usualmente designado por *Remote Meter Reading* (RMR) - Leitura Remota dos Contadores, e o completamente automático por *Automatic Meter Reading* (AMR) (Barros, 1999).

### **2.2.2 - Situação Actual da Medição da Energia Eléctrica em Portugal**

Ao nível nacional e como resultado dos programas de substituição de equipamentos de medição levados a cabo entre 2002 e 2005, em todas as instalações de clientes em Média Tensão (MT), Alta Tensão (AT) e Muito Alta Tensão (MAT) já se encontra implementada a telecontagem. Na Baixa Tensão (BT) existe um número reduzido de instalações com telecontagem, sendo as contagens feitas sobretudo através de deslocações de técnicos aos locais de consumo ou, como consequência do número de clientes em BT ser muito grande, por contagens por estimativa de forma a reduzir custos. Deste modo, o equipamento de telecontagem proposto neste trabalho representa uma solução viável em BT (ERSE, 2007a).

É na Baixa Tensão Normal (BTN) (potência contratada inferior ou igual a 41,4 kVA) que se localiza grande parte do universo de clientes (cerca de 6 milhões) e cerca de metade dos consumos anuais totais. Este nível de tensão corresponde aos consumidores domésticos e às pequenas empresas. A maioria dos clientes em BTN possui contadores simples, isto é, sem distinção horária do consumo eléctrico, o que demonstra a existência de uma facturação simplificada e uma falta de incentivo à alteração dos hábitos de consumo (ERSE, 2007a).

Os operadores das redes são as entidades responsáveis pela leitura dos equipamentos de medição das instalações dos clientes ligadas às suas redes, que em BTN é a EDP Distribuição. Para além deste operador de rede, o cliente e o comercializador ou comercializador de último recurso com contrato de fornecimento com o cliente, podem efectuar a leitura desses equipamentos (ERSE, 2007a).

Um dos principais motivos de reclamação dos consumidores é a facturação por estimativa. Para as instalações de baixa tensão, a estimativa é realizada através da aplicação de perfis de consumo, aprovados anualmente pela ERSE (ERSE, 2007a).

A leitura local, a facturação por estimativa e as consequentes reclamações, com a implementação de sistemas de telecontagem, deixarão de ser frequentes e existirá uma maior diversidade de períodos tarifários e tarifas.

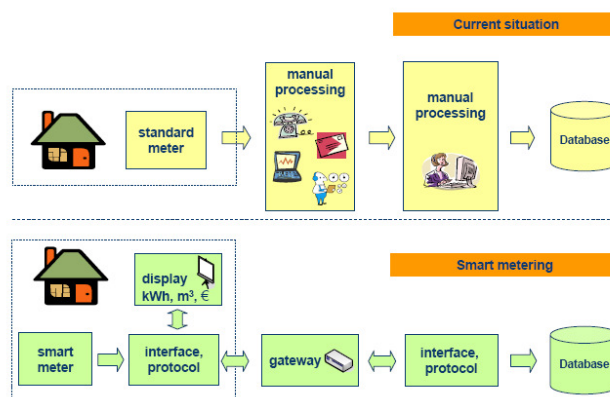


Figura 2.3 - Situação actual e situação com sistema de telecontagem (Gerwen, 2006)

As regras comuns para a implementação de um mercado interno de electricidade foram definidas pela União Europeia nas Directivas 96/92/EC e 2003/54/EC. Os governos de Portugal e Espanha, antecipando a criação deste mercado único de electricidade, decidiram criar um Mercado Ibérico de Electricidade (MIBEL). O MIBEL tem como objectivo o desenvolvimento de um mercado competitivo e eficiente, provido de mecanismos de supervisão e controlo necessários, de modo a garantir a satisfação das necessidades dos consumidores e a segurança do abastecimento de electricidade tanto a curto como a longo prazo, em harmonia com os objectivos de eficiência energética e o desenvolvimento de energias renováveis nos dois países (EDP, 2006).

Assim, com a concretização do MIBEL, os consumidores de BTN desde 4 de Setembro de 2006, começaram a poder adquirir energia eléctrica, num regime de livre concorrência, a qualquer produtor ou comercializador que actue em Portugal ou Espanha (ERSE, 2004; OMIP, 2009). Um mercado considera-se liberalizado quando vários operadores podem concorrer livremente em preços e condições comerciais, estando vigentes as regras da concorrência, a lei geral e os regulamentos aplicáveis estipulados pela ERSE e pela DGGE, ficando o transporte e distribuição reservado apenas a uma entidade pública, a EDP Distribuição (ERSE, 2004).

Cria-se no mercado livre a função de “comercializador de último recurso”, isto é, o comercializador que garante o “fornecimento a todos os consumidores de electricidade, independentemente de haver ou não comercializadores em regime de mercado interessados em fornecê-lo. O comercializador de último recurso está sujeito ao regime de tarifas e preços regulados. Em Portugal continental, a comercialização de último recurso é assegurada pelos

distribuidores, ou seja, pela EDP Distribuição e por um conjunto de pequenos distribuidores que actuam localmente” (ERSE, 2004).

“No sentido de aprofundar o MIBEL, e em linha com o Acordo de Santiago de Compostela e as decisões da Cimeira Ibérica de Badajoz, os Governos de Portugal e de Espanha decidiram acordar um Plano de Compatibilização Regulatória.” Este Plano de Compatibilização Regulatória para o sector energético que abrange um conjunto de acções necessitou da intervenção do Conselho de Reguladores (CR) responsáveis na preparação de propostas a apresentar ao longo do ano de 2007. Dado que neste plano, a telecontagem é vista como um instrumento relevante para a mudança de Comercializador um dos trabalhos desenvolvidos pelo CR no período em análise foi um “Calendário harmonizado de substituição de todos os contadores de energia eléctrica por outros que permitam a telecontagem e uma proposta harmonizada para as especificações e funcionalidades mínimas dos contadores do segmento doméstico e das pequenas empresas” (MEI, 2007; ERSE, 2008).

Na sequência da realização de trabalhos preparatórios como por exemplo: “recolha de informação junto dos operadores de redes de distribuição sobre os contadores actualmente instalados; análise de experiências internacionais relativas à realização de programas de substituição maciça de contadores de energia eléctrica; inquérito aos fabricantes de contadores de energia eléctrica para recolha de informação, designadamente sobre o grau de maturidade das tecnologias, necessidades de normalização, funcionalidades dos contadores e a sua relação com os custos; consulta pública aberta a todos os interessados”, foi elaborado e apresentado ao Governo de Portugal, em Dezembro de 2007, um estudo designado Funcionalidades Mínimas e Plano de Substituição dos Contadores de Energia Eléctrica (ERSE, 2007b).

Após a análise dos benefícios e custos associados a diversas funcionalidades para o novo sistema de medição e os novos contadores, concluiu-se que a solução mais vantajosa para os consumidores dizia respeito a contadores com capacidade de comunicação bidireccional entre contador e sistemas centrais, que permite a telegestão dos contadores (possibilidade de interrupção e religação, alteração do escalão de potência contratada ou dos parâmetros tarifários, etc.) (ERSE, 2007b).

No que se refere ao plano de substituição dos novos contadores, prevê-se que a instalação do novo sistema de medição seja realizada tendo em conta as seguintes fases principais: aprovação das funcionalidades mínimas dos contadores pelo Governo Português;

especificação e execução do projecto-piloto; validação das funcionalidades mínimas; substituição dos contadores existentes e instalação dos novos contadores em Portugal continental e nas Regiões Autónomas num período com a duração de seis anos (o início deste período depende da celeridade com que seja aprovado o estudo da ERSE, admitindo-se como viável que a substituição de contadores possa ocorrer entre 2010 e final de 2015) (ERSE, 2007b).

As datas apresentadas “dependem dos prazos de decisão e de resposta dos agentes envolvidos nas várias fases do processo de substituição, especificamente o Governo, os agentes responsáveis pela actividade de medição e leitura, os fabricantes de contadores e os próprios consumidores” (ERSE, 2007b).

“A harmonização das funcionalidades mínimas dos contadores constitui um passo fundamental para o desenvolvimento de um mercado retalhista de âmbito ibérico, permitindo aos comercializadores uma abordagem ibérica na preparação das suas estratégias comerciais. A harmonização das funcionalidades dos contadores representará igualmente a possibilidade de os comercializadores acederem à informação sobre o consumo dos seus clientes de forma mais rápida e desagregada, abrindo caminho para que as ofertas comerciais dos comercializadores sejam mais diversificadas e adequadas a cada segmento de clientes. Os novos contadores podem contribuir para que o funcionamento do mercado seja mais competitivo, inovador e caracterizado por níveis de eficiência e qualidade de serviço cada vez mais elevados” (ERSE, 2007a).

### **2.2.3 - Situação da telecontagem em diversos países**

Durante os últimos anos, diversos Operadores do Sistema de Distribuição (DSOs) procederam a testes piloto de pequena e média dimensão e a instalações voluntárias de Medição Inteligente. O desenvolvimento de definições mais elaboradas e claras dos termos relacionados com a Medição Inteligente é uma das tarefas de investigação no projecto Aliança Europeia da Medição Inteligente (ESMA), o qual é iniciado sobre o suporte do programa *Intelligent Energy Europe (IEE)*. No projecto ESMA do qual a ISA é membro oficial, desde as indústrias de medição e as organizações de investigação colaboram para trocar boas práticas no campo da Medição Inteligente na Europa (Morch et al., 2007).

## **I - Reino Unido**

A medição automatizada com resolução de meia hora é usada para clientes com capacidade acima de 100 kiloWatt (kW), sendo que a implementação da Medição Inteligente para pequenos clientes tem sido activamente investigada pelo governo do Reino Unido. O governo britânico tem feito estudos dos aspectos de facturação e medição inteligente e sido bastante específico de que o objectivo dos testes é avaliar o nível de resposta dos clientes quando fornecida mais informação de utilização e o quão será sustentável assegurar tal sistema (Morch et al., 2007).

Os fornecedores tentaram chegar a um acordo dentro da industria para uma especificação comum de Medidor Inteligente e regras de interoperabilidade para se ultrapassar o desafio da irrecuperabilidade do investimento em novos medidores quando um cliente muda de fornecedor, com o objectivo de o bem de medição ser transferido quando um cliente muda de fornecedor. Isto é possível garantindo que os novos medidores tenham um modo de funcionamento idêntico, independentemente do produtor, de modo a que os seus fornecedores possam adoptar os aparelhos sem ter de visitar o local (Morch et al., 2007).

## **II - Dinamarca**

Desde Janeiro de 2003 que a medição horária é um requisito obrigatório para pontos de medição com um consumo anual excedendo os 200 mil kWh/ano. Depois de Janeiro de 2005 o limite baixou para 100 mil kWh/ano, reflectindo-se em 9 mil novos clientes com medição horária (pontos de medição). Actualmente mais de 30 mil clientes tem medição horária (Morch et al., 2007).

As companhias da rede podem reduzir ainda mais os valores declarados para medição horária se a companhia puder oferecer o serviço à sua área da rede e se o serviço ainda conseguir ser controlado por um interruptor electrónico num modo seguro e simples. A longo prazo todos os pontos de medição podem ser sujeitos à medição horária sendo o 1º passo, provavelmente uma diminuição do limite para a medição horária (Morch et al., 2007).

Existe uma tendência de investimento em sistemas automáticos de leitura, tratando-se de uma meta estratégica todos os utilizadores finais terem medição automática ate 2014. Os investimentos em medidores são pagos pelas companhias da rede, e devem ser

regulamentadas pela economia existente. Essas companhias são estritamente reguladas pelas autoridades (Morch et al., 2007).

### III - Noruega

Entre os diversos argumentos que suportam a construção do AMR na Noruega, a possibilidade de poupança energética, é provavelmente um dos mais importantes. Isto acontece essencialmente porque na Noruega o aquecimento eléctrico directo é bastante utilizado o que torna elevado o consumo residencial.

A regulamentação acerca da medição horária, obrigatória para todos os consumidores finais com consumo anual superior a 100 mil kWh, foi introduzida em Janeiro de 2005 e 4% de todos os pontos de medição e cerca de 60% de todo o consumo eléctrico na Noruega tem medição horária. Adicionalmente qualquer consumidor final pode pedir a medição horária ao seu DSO, mesmo que o seu consumo esteja abaixo do limite obrigatório. Neste caso o consumidor final deve cobrir os custos da instalação (300 euros). Aproximadamente, 10 DSOs já disponibilizaram voluntariamente o AMR para os seus clientes, ao mesmo tempo que diversos outros DSOs preparam a instalação em larga escala nos próximos 5 anos (Morch et al., 2007).

### IV – Suécia

Os primeiros estudos associados à telecontagem datam de 2001. Até esse ano, algumas empresas tinham projectos-piloto, mas o governo, estimando oportunidades de poupança de energia, decidiu explorar os potenciais benefícios e incentivar a introdução da telecontagem. Para isso, obrigou as operadoras de rede a realizar, até 2009, uma leitura mensal para todos os clientes de electricidade. Esta lei foi aprovada em 2003 e, desde aí, os investimentos em tecnologias de telecontagem, evoluíram mais rapidamente que o exigido por lei (Morch et al., 2007; Ryberg, 2003; Gerwen et al., 2006; ESMA, 2007).

### V – Holanda

Na Holanda, como parte do processo de liberalização, a medição doméstica passou a ser responsabilidade do cliente. Este é obrigado a comprar ou alugar um medidor de uma marca reconhecida. Desde o início do processo de liberalização, a medição diária ou mensal foi

requerida para grandes clientes. Para pequenos clientes os medidores são lidos uma vez por ano através de *auto-report* pelo consumidor e uma vez em três anos pelo pessoal técnico. Para esta classe de clientes, na prática, a medição é maioritariamente feita pela companhia de medição. Existe um outro utilitário - OXIO que também providencia serviços de medição. O OXIO introduziu medidores inteligentes que são lidos diariamente através de uma linha GPRS (Morch et al., 2007).

Devido a queixas dos clientes domésticos no início de 2006, o ministro da economia holandês anunciou que, para os pequenos clientes pretende encerrar o mercado de medição e tornar a instalação e manutenção dos medidores de novo uma tarefa regulada dos operadores de rede de distribuição. Através de um pacto com o ministério da economia deverão existir medidores inteligentes nos 7 milhões de casas num período de 6 anos. Isto deve facilitar o melhor funcionamento de mudança do cliente, melhor detecção de fraudes e uma maior eficiência energética dos clientes. Como base deste pacto as empresas estão a desenvolver o Acordo Técnico Holandês (NTA 8130), estabelecendo padrões mínimos para *smart metering*, assim como um modelo de negócio para a introdução de *smart metering* (Morch et al., 2007).

## VI – Itália

Com a liberalização do mercado energético a ENEL, o utilitário italiano de energia eléctrica com mais de 30 milhões de clientes, decidiu tomar uma série de importantes acções: uma completa reengenharia dos processos de distribuição e dos processos comerciais através da inovação, bem como da introdução de novas tecnologias, facturação e um novo sistema de gestão de crédito. Os testes com sistemas para gerir remotamente os contadores utilizando a linha de energia eléctrica como meio de comunicação, tiveram início em 1993 e permitiram à ENEL testar diferentes tecnologias, e, ao mesmo tempo adquirir um conhecimento único de leituras remotas. Mais importante que isso, estes primeiros testes provaram que utilizar a linha de energia como meio de comunicação em redes de baixa tensão para troca de dados é tecnicamente viável (Cannatelli, 2004).

Esta companhia de electricidade italiana projectou um sistema de automação da distribuição para controlar as redes de distribuição e automatizar os serviços de medida para os seus clientes. O aspecto mais revolucionário deste sistema baseia-se na utilização de um novo sistema de telecomunicações, chamado *Integrated System for Data Transmission on Electricity Distribution Network*, que utiliza as linhas de energia de Média Voltagem (MV) e



Baixa Voltagem (BV) como um meio de comunicação de dados. Este sistema iniciou sua fase experimental em 1993, numa parte da cidade de Roma e envolveu 4 subestações de Alta/Média Voltagem (AV/MV), cerca de 1000 subestações MV/BV e mais de 6000 consumidores domésticos. A ENEL introduziu algumas particularidades no protocolo de comunicações de forma a oferecer novos serviços aos consumidores de electricidade. Num trabalho de equipa do projecto *Esprit*, desenvolveu um dispositivo, chamado *Intelligent Domestic Electricity Assistent* (IDEIA-TV) que é acrescentado a um aparelho de televisão do consumidor de modo a produzir no ecrã informações relacionadas com o serviço de fornecimento de electricidade. Assim, a partir desta janela, o consumidor é informado dos diferentes acontecimentos (gerais, específicos, técnicos, contratuais, ...) e é ajudado na função de poupar energia. Numa segunda etapa, pretendia, que este dispositivo gerisse automaticamente as cargas internas do consumidor, através do envio de comandos específicos sobre a linha de energia para os dispositivos preparados para receberem estes sinais (Barros, 1999).

Este sistema que foi implementado em várias cidades italianas abrangendo cerca de 70.000 clientes (dos quais 40.000 estavam na área de Roma), foi bem-sucedido do ponto de vista técnico, mas o projecto foi abandonado quando surgiram tecnologias mais competitivas, tais como, um medidor completamente electrónico e integrado, em vez de um tradicional medidor electromecânico integrado com um dispositivo electrónico externo de comunicação e a utilização da rede pública de telecomunicações (GSM) para comunicação entre a subestação secundária e o sistema central, em vez da comunicação pela linha de energia nas redes de média / alta tensão. No entanto, este projecto permitiu à ENEL retirar lições, quer em termos tecnológicos como económicos, que permitiram preparar um plano de negócios para desenvolver e implementar um sistema automático de gestão de medidores capaz de gerir todos os clientes na rede de baixa tensão. Assim em Junho de 2000, a ENEL lançou uma inovação tecnológica única, designado *Telegestore System*. O projecto *Telegestore* que contemplou a substituição de contadores da ENEL conectados à rede de baixa tensão, foi concebido para ler e gerir remotamente os clientes de energia eléctrica em redes de baixa tensão. Ele inclui um sistema de leitura de contadores remotos, um sistema de gestão de clientes, e um potencial sistema de entrega de "serviços de valor acrescentado". O desenvolvimento deste sistema de gestão de medição remota utiliza a rede de distribuição de baixa tensão como uma portadora de dados, em conjunto com a rede pública de telecomunicações (Cannatelli, V, 2004).

A ENEL começou então a substituir os tradicionais 30 milhões de contadores electromecânicos (contadores tipo *ferraris*) pelos novos medidores electrónicos sofisticados (“*smart meters*”). Este projecto custou cerca de 2,1 mil milhões de euros, e teve como motivações principais as poupanças na logística e nas operações de campo (melhorando a eficiência e a eficácia da companhia, tal como recomendado pela Autoridade Nacional de Energia), a gestão dos períodos de ponta, a redução de fraudes e o melhoramento do relacionamento com os clientes, tornando-o mais simples, mais transparente e mais flexível. O *Telegestore* é assim, um complexo sistema de medição de leitura automática (AMR), cujas principais funcionalidades são a medição de leitura remota; a gestão remota do contracto do cliente (por exemplo, mudança de tensão, alteração tarifária, conexão, desconexão) e monitorização remota da rede de baixa tensão (qualidade de serviço e equilíbrio energético) (Cannatelli, V, 2004).

A ENEL, seus clientes e também o sistema italiano de electricidade beneficiaram do projecto *Telegestore*. Os seus clientes beneficiaram de um melhor serviço em termos de eficiência na distribuição, venda e medição, bem como foram capazes de utilizar diferenciadas, e eventualmente mais baixas tarifas. Para além disso, o sistema *Telegestore*, facilitou a competição, reduzindo a comutação dos custos e proporcionando uma leitura exacta e oportuna, para que os clientes pudessem mudar de fornecedor de energia mais facilmente. Em 2003 a ENEL começou a consolidar as poupanças do projecto, e em 2005 com o sistema completamente implementado, a ENEL terá poupado cerca de 400 milhões de euros por ano. Com o sistema *Telegestore* a ENEL adquiriu prestígio mundial no sector utilitário tanto pela tecnologia envolvida como para as capacidades operacionais. Tal pode ser considerado como um dos mais interessantes, ambiciosos e inovadores projectos industriais levado a cabo nos últimos anos (Cannatelli, V, 2004).

## VII – Ontario, Canadá

Iniciado em 2005, o projecto contemplou a instalação de 800 mil contadores inteligentes em clientes residenciais e comerciais até ao final de 2007, e espera-se que em 2010 abranja a totalidade de clientes (4,3 milhões de euros). Representa um investimento de 850 milhões de dólares, e será cobrado aos próprios consumidores, que ficarão até 2010 encarregues de pagar na sua factura mensal mais 3 a 4 dólares. Este projecto teve como objectivo, a redução da procura de energia eléctrica nos períodos de ponta, sendo para isso, introduzidas novas tarifas – *time-of-use* – com diferentes preços, os quais dependem do período de utilização de energia,

traduzindo assim o valor real da energia produzida nos períodos de vazio, cheias e ponta (Gerwen et al., 2006; ESMA, 2007).

#### VIII- Macau

A Jans e a empresa especialista em sistemas de medição e controlo de consumos Contar, implementaram um projecto onde a um sistema de telecontagem se encontram ligados 450 locais de consumo, distribuídos por residências e indústrias. Estes locais passaram então a ter instalados contadores monofásicos inteligentes e multitarifa, designados Jans C270, que são equipados com uma porta de série e um software de leitura que possibilita auferir perfis de consumo. Através da combinação das tecnologias de comunicação PLC (210 modems instalados) e GSM (um modem concentrador em cada bairro), os contadores encontram-se ligados à central da Companhia de Electricidade de Macau (CEM) (ME, 2008b; ME, 2008a).

#### IX- Portugal

A EDP, juntamente com o Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, a Efacec, a Jans e a Lógica, lançou o projecto *InovGrid*. Este projecto, que irá receber até 2010 um investimento de 12 milhões de euros, tem como equipamento principal a *Energy Box*, um contador que possibilita a telecontagem dos consumos de energia, permitindo a mudança tarifária à distância a partir do momento em que o cliente a requerer e possibilita fazer uma gestão eficiente dos consumos individuais de electricidade resultando numa redução da factura de energia e numa maior prontidão, por parte do operador de rede, na resposta a reclamações. A EDP pretende também a gestão da microgeração, a monitorização e controlo mais eficiente da rede eléctrica e consequentemente, um aumento da qualidade do serviço prestado aos clientes. Para que os consumidores tenham acesso a informações importantes sobre os seus consumos e produções de electricidade, sobre os seus perfis típicos de consumo e sobre os seus balanços energéticos, cada instalação terá uma interface visual, criando assim uma consciência energética acrescida. Com este projecto, Portugal terá casas energeticamente inteligentes sem que seja necessário um grande investimento por parte dos consumidores (ME, 2008b; INESCPorto, 2009; JN, 2008).

## 2.2.4 - Funcionalidades dos sistemas de telecontagem

Os contadores inteligentes já disponíveis no sector residencial tiveram um elevado desenvolvimento tecnológico, o que permitiu revolucionar o leque de serviços ou funcionalidades possíveis de oferecer por um sistema de medida bem como o custo a que são prestados. Apesar de algumas das funcionalidades não serem novas face às oferecidas pelos contadores electromecânicos, a expressiva redução do incremento de custos associado a cada funcionalidade, é por si só suficiente para reformular todo o racional económico subjacente às das opções de contagem do passado (ERSE, 2007a; Barros, 1999).

Na Tabela 2.1, apresentam-se algumas das possíveis funcionalidades, dos sistemas de medida digitais e com recolha remota de dados (Morch et al., 2007; Barros 1999; Gerwen et al., 2006; Rosa, 2003; ERSE, 2007a).

**Tabela 2. 1 - Funcionalidades dos sistemas de medida digitais e com recolha remota de dados**

<b>Armazenagem de dados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duplicam as funções de medida convencionais</li> <li>• Medição por períodos tarifários, picos de potência</li> <li>• Pedidos em períodos normalizados</li> <li>• Registo histórico da carga por consumo periódico preestabelecido</li> <li>• Armazenamento das falhas de energia, para posterior avaliação da qualidade de serviço prestado</li> <li>• Acesso electrónico aos contadores de difícil ou de impossível acesso.</li> <li>• Registos de 15 minutos (permite conhecer os perfis de consumos reais do consumidor)</li> <li>• Processamento computadorizado das leituras de consumos e emissão automática das respectivas facturas, eliminando/reduzindo assim, as leituras por</li> </ul>
-----------------------------	--

	<p>estimativa e os erros associados à leitura visual e à introdução manual de dados e consequentemente dos seus encargos, o que possibilita um melhor serviço prestado ao cliente e um melhor relacionamento entre fornecedor e cliente.</p>
<p><b>Monitorização e controlo</b></p> <p>Um canal de comunicações bidireccional entre a estação central e o consumidor permite integrar algumas outras funções adicionais.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programação remota de informações dos esquemas de tarifários, isto é, a tarifação multi-horária, Tarifas Variáveis com a Hora do Dia (TVHD) (maiores discriminações de agregação de consumos e melhor conhecimento destes)</li> <li>• Programação remota de detecção de falhas de energia, fraudes ou violações de contadores</li> <li>• Programação remota de forma a proporcionar funções de controlo, tais como, mudança de ciclo de contagem, ou opção tarifária, corte e reactivação remotos do serviço, controlo e gestão das cargas (DSM)</li> <li>• Operar o contador em modo de pré-pagamento (redução de conflitos relacionados com dificuldades de cobrança)</li> <li>• Interface com outros contadores através da concentração de medições de leitura de outros contadores, como gás e água (eliminação dos custos com as leituras locais e aproveitamentos de sinergias) e comunicação bidireccional com estes contadores para interagir com eles</li> </ul>
<p><b>Interface com o consumidor</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fornecimento de informações ao cliente dos consumos e de facturação, tais como, tais como visualização de informações de consumo instantâneo e acumulado mais os</li> </ul>

<p>O canal de comunicação entre a estação central e o consumidor permite oferecer novos serviços às companhias a partir do contador avançado.</p>	<p>respectivos custos, interacção total com o distribuidor, para efeitos de compra de uma quantidade específica de energia, etc, tornadas disponíveis através de um sistema de gestão de energia residencial (EMS) ou de visores alfanuméricos apropriados (promovem comportamentos mais eficientes do consumo fornecendo maior visibilidade aos consumos de energia)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fornecimento de um sistema de comunicação de alarmes ligados a centros prestadores de serviços públicos e privados. Estes sistemas de segurança podem ser constituídos por uma instalação independente que utiliza o canal de comunicações do sistema AMR, ou as funções de alarme que constituem uma parte integral do sistema AMR</li> </ul>
---	---

“A explosão de funcionalidades disponíveis a preços baixos, em particular em segmentos de consumidores onde antes não era possível, altera o paradigma da actividade de medição de energia passando-se da prestação de um serviço uniforme, bem delimitado nas suas fronteiras, orientado unicamente para a facturação da energia eléctrica, para um serviço que pode ser diferenciado, interactivo (com outras actividades e com diversos agentes) e desenhado para acomodar diversas perspectivas (facturação e comercialização, qualidade de serviço e operação das redes, eficiência energética, actuação e gestão remota dos pontos de entrega das redes, etc.)” (ERSE, 2007a).

### 2.2.5 - Factores de Desenvolvimento dos Sistemas de Telecontagem

Como mostrado na Figura 2.4, os principais factores que ajudaram e ajudam no desenvolvimento dos sistemas de telecontagem (ST), são: novas exigências; novos regulamentos; crescimento da carga; impacto das Novas Tecnologias (Morch et al., 2007; Barros, 1999; Cruz, 1994).

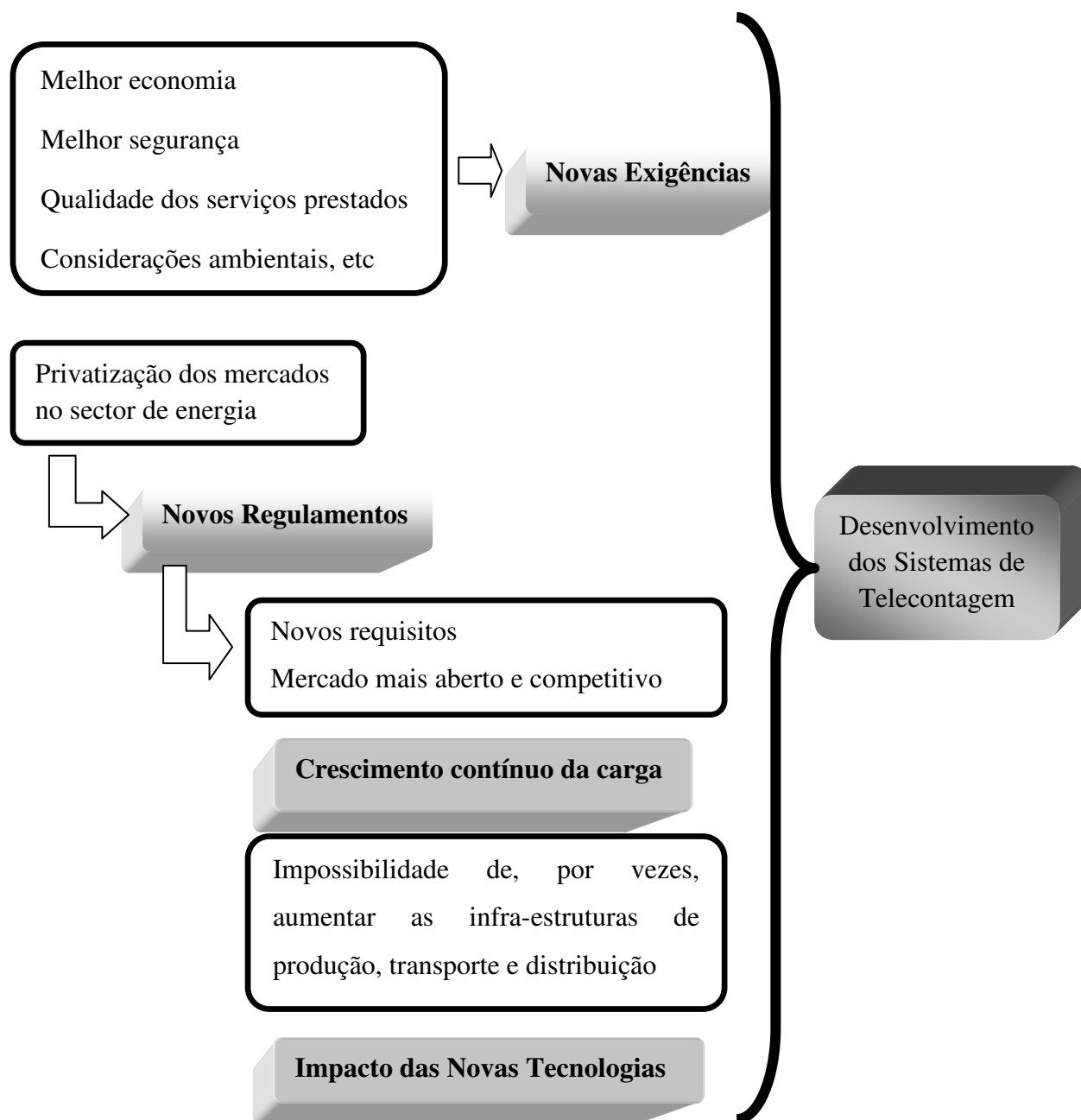


Figura 2.4 - Factores de Desenvolvimento dos sistemas de telecontagem

Estes quatro factores de desenvolvimento dos ST, impulsionam o investimento em novos serviços e novos procedimentos, e trazem benefícios tais como, melhoramentos da eficiência de funcionamento, melhoramentos no serviço ao consumidor e novas fontes de receitas tanto para o produtor/distribuidor como para o consumidor. Apesar de estes benefícios variarem de companhia para companhia, e de país para país, os objectivos gerais são idênticos para todos os fornecedores de energia (Barros, 1999).

### **2.2.6 - Vantagens e Desvantagens do ST**

A Tabela 2.2 descreve algumas das principais vantagens e desvantagens relacionadas com as novas funcionalidades dos sistemas de telecontagem (Morch et al., 2007; Bruchem, 2006; Gerwen, 2006; ERSE 2007a).

**Tabela 2.2- Vantagens e Desvantagens dos sistemas de telecontagem**

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Informação sobre o consumo, a qualidade de serviço, os preços de energia, etc	Custo relativo à instalação dos novos contadores e ao sistema de comunicação correspondente
Alteração dos hábitos de consumo	Diminuição da satisfação do cliente se ocorrer uma implementação descuidada da tecnologia e das potencialidades associadas a esta
Eficiência energética	Potencial violação de privacidade devido ao uso inadequado do sistema e/ou dados pelos terroristas, criminosos e hackers.
Utilização de forma mais eficiente das ferramentas de planeamento, de manutenção e de operação das redes	Despedimentos por parte da entidade distribuidora, pois certos postos de trabalho, tais como, pessoal que realiza leitura locais, vão ser desnecessários.
Promoção do mercado liberalizado	
Redução dos conflitos	
Suporte da microgeração devido à capacidade dos contadores inteligentes em realizar a contagem da energia exportada para a rede	



### 2.2.7 - Impactos da telecontagem

A Figura 2.5 seguinte descreve alguns dos principais impactos da telecontagem (Ferranti, s.d.; Zhang, 2007; ERSE, 2007a).

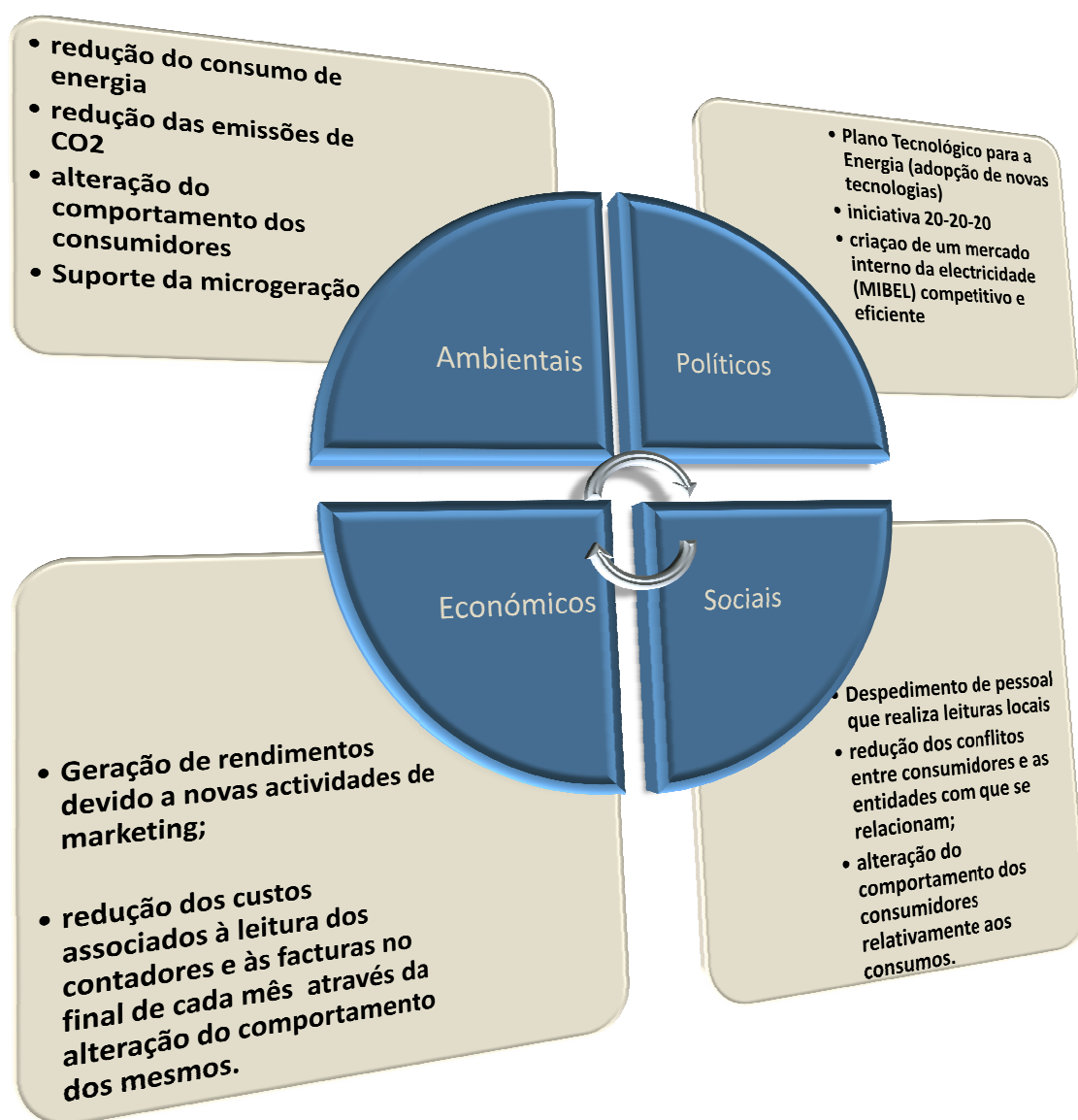


Figura 2.5 - Principais impactos da telecontagem

### **2.2.8 - Serviços de valor acrescentado resultantes da implementação de um sistema de telecontagem**

Os ST, para além de eliminarem o operador de leituras e acrescentarem precisão às leituras, estabelecem um canal de comunicação aberto entre o consumidor e o produtor, que permite adicionar novos serviços, tarifas inovadoras e outros benefícios ao consumidor (Barros, 1999).

“A gestão da procura de energia eléctrica é um instrumento fundamental de actuação, ao qual corresponde uma panóplia de métodos e técnicas tendo em vista “disciplinar” a forma do diagrama de cargas, promover o uso mais racional dos recursos energéticos e contribuir para a diminuição dos impactos ambientais do sector eléctrico. Uma política de preços virada para a gestão da procura conduz, em princípio, a um auto-condicionamento dos padrões de consumo pelos próprios utilizadores finais. Consoante a sua importância, esclarecimento e capacidade económica, cada utilizador reagirá aos preços de electricidade com o auxílio de sistemas e instrumentação de controlo ou simplesmente por acções voluntárias de reorganização dos ciclos de utilização de equipamentos. Os tarifários são um dos instrumentos mais utilizados em programas do condicionamento da procura (*demand side management* (DSM)). As políticas tarifárias visam uma utilização racional dos recursos energéticos através da caracterização do comportamento do consumo face aos sistemas de preços da oferta de energia eléctrica “(Sousa, 2000).

#### **I - Métodos de Gestão da Procura (DSM)**

As companhias de electricidade têm, ao longo dos anos, enfrentado problemas de expansão relacionados com os aumentos da procura de energia por parte dos consumidores domésticos e industriais. Os cortes no fornecimento de fuel e de fontes hidroeléctricas, as regulamentações ambientais, as preocupações com a segurança nas redes de transmissão e distribuição e o custo de novos equipamentos de geração são algumas das razões para a origem destes problemas, e que levaram à imposição de limites no fornecimento de electricidade (Barros, 1999; Ferreira, s.d.).

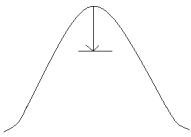
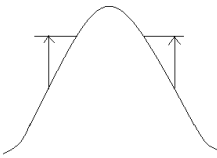
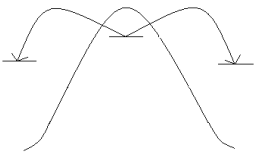
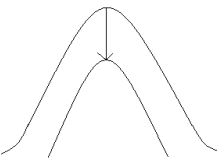
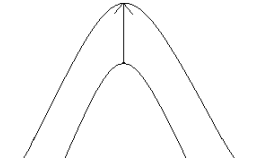
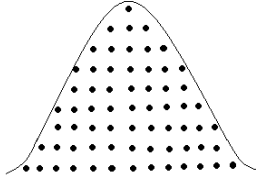
As companhias de electricidade, têm hoje em dia, como uma das maiores preocupações, a redução da procura nos períodos de carga críticos, períodos esses que podem acontecer em situações de emergência e em períodos de pico anuais, tais como condições hidrológicas

adversas, défices de combustível, falhas na transmissão, falhas da central geradora de electricidade e crescimento económico mais rápido do que o previsto. A procura nas horas de ponta que é conseguida pondo em operação geradores auxiliares de custos elevados ou comprando energia a outras companhias, faz com que os custos actuais para satisfazer os picos da procura de electricidade sejam significativamente mais elevados que os custos para fornecimento de energia de um nível médio de saída. Assim, uma estrutura de taxas fixas para electricidade não espelha a variação de custo ao longo do tempo para fornecer este serviço. Como consequência, as companhias, de forma a ajustarem a procura de electricidade aos índices de produção, estão a explorar métodos chamados “gestão da carga do lado da procura” (*Demand Side Management*). Reduzindo as grandes variações do diagrama de cargas que é solicitado ao longo do dia consegue-se um melhor aproveitamento dos sistemas de produção, uma maior capacidade de transporte e distribuição e um adiamento em investimentos em novos grupos geradores (Barros, 1999; Ferreira, s.d.).

Assim os métodos de gestão da procura, em vez de satisfazerem passivamente a procura, passam a actuar sobre ela, de modo a fazê-la coincidir com a oferta. Estes métodos baseiam-se usualmente em mudanças nos hábitos de consumo, conseguidas através da formação dos consumidores, e de variações dos preços praticados. Para além de englobarem técnicas de optimização do consumo de electricidade, os conceitos de DSM englobam também, técnicas para conservação de energia para que deste modo se optimize o fornecimento de energia eléctrica, mantendo a qualidade do serviço e baixando o seu custo (Cruz, 1994; Sousa, 2000).

De forma a aumentar a satisfação do consumidor e coincidentemente produzir as alterações desejadas no diagrama de cargas, os métodos de DSM requerem planeamento e implementação de actividades que influenciem a procura de electricidade. A Tabela 2.3 apresenta os programas cingidos pelo DSM: a gestão (centralizada) de cargas, identificação e promoção de novas utilizações, conservação estratégica, geração autónoma e utilização racional e energia. Os sistemas de telecontagem, devido a serem fundamentais para a implementação dos principais métodos de DSM (gestão das tarifas dinâmicas e controlo remoto centralizado e/ou distribuído de cargas), desempenham um papel bastante importante dentro dos papéis de gestão da carga do lado da procura (Rosa, 2003; Sousa, 2000; Ferreira, s.d.).

Tabela 2.3- Impactos dos sistemas de telecontagem nos diagramas de carga (Fonte: Rosa, 2003)

Impacto no Diagrama de Carga		Modo de Actuação
Redução da carga durante os períodos de ponta		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlo directo de cargas do consumidor;</li> <li>• Estímulos tarifários.</li> </ul>
Aumento da carga durante os períodos de vazio		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estímulo do uso da electricidade nos períodos de vazio</li> </ul>
Desvio da carga de horas de ponta		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarifas variáveis com a hora do dia;</li> <li>• Promoção de dispositivos de armazenamento térmico.</li> </ul>
Conservação Estratégica		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivos a utilizações mais eficientes para o uso de energia.</li> </ul>
Crescimento Estratégico de consumos		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promoção de equipamento eficiente e competitivo (estímulo a novas utilizações para a electricidade, conquistando mercado a outras formas de energia).</li> </ul>
Padrão de carga flexível ou Fiabilidade flexível		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarifa de potência interruptível (o consumidor aceita variações na qualidade de serviço em troca de incentivos).</li> </ul>

As comunicações necessárias para implementar os procedimentos de DSM podem ser de uma via, no sentido do operador para o consumidor, ou de duas vias. Esta última tem vantagens em relação à primeira pois pode suportar uma gama mais completa de requisitos de comunicação, tais como, a leitura remota dos contadores, detecção de violações dos contadores, e outros. Apesar dos conceitos DSM parecerem simples, a sua implementação prática para milhões de consumidores, em tempo real, não é fácil exigindo, a aceitação destes métodos por parte dos

consumidores, e que pode ser conseguida através de informação e esclarecimento destes, automação, controlo e complexos sistemas de informação (Cruz, 1994).

## II - As tarifas dinâmicas e as tarifas estáticas

O conceito de preço instantâneo (*Spot Pricing* (SP)), também chamado de *Real Time Pricing* (RTP), ou tarifas dinâmicas diz respeito a cobrar pela electricidade um preço que tenha uma correspondência directa com os custos de produção (Cruz, 1999). Estes esquemas de preços para a electricidade permitem um preço de venda variável dependendo da procura e das condições de produção/distribuição em qualquer instante, reflectindo, deste modo, o preço da energia eléctrica com base nos custos marginais de produção e distribuição, a curto prazo. (Barros, 1999) Assim, e dado que para um sistema produtor de energia eléctrica, os custos de produção variam com a procura, a utilização do SP permite, racionalizar o consumo de electricidade, suavizando a curva da procura (Cruz, 1994; Sousa, 2000).

Os consumidores tendencialmente consomem menos electricidade, quando os preços são mais elevados. O SP que se encontra relacionado com a análise e desenvolvimento de tarifas e modelos de electricidade apropriadas para o uso de estratégias de controlo de carga distribuído, implica o calculo periódico do custo de energia produzida, sendo esse preço e as implicações do seu consumo de energia, depois comunicado aos consumidores que decidem em tempo real, e com auxilio de sistemas de gestão de energia, quais os equipamentos que devem continuar ligados à rede. O SP se for aplicado correctamente, encorajará o consumidor a reduzir o seu consumo de energia nos períodos de carga críticos e encorajará o uso de energia quando os abastecimentos forem mais abundante e os custos mais baixos, o que para a operadora, esta elasticidade, proporciona um meio de desviar o consumo de potência de pico (Cruz, 1994; Barros, 1999).

As Tarifas Variáveis com as Horas do Dia (TVHD), são geralmente sazonais, diurnas e diferem dos dias de semana e fim-de-semana e, ao contrário das tarifas do tipo “*Spot Pricing*” ou em tempo-real em que os preços são estimados e anunciados no instante de tempo muito próximo do tempo de aplicação (minutos, horas, dias, semanas antes) e baseados nos custos marginais para produzir uma unidade de carga tendo em conta varias condições de geração e distribuição instantâneas que são prognosticadas a curto prazo, são geralmente fixadas para longos períodos de tempo e muito antes do inicio da sua aplicação (um ano ou mais) e baseadas nos custos esperados a longo prazo. Consequentemente, as tarifas dinâmicas são

muito mais actualizadas do que as tarifas clássicas TVHD (Barros, 1999; Rosa, 2003; Sousa, 2000).

A implementação de um sistema *Spot Pricing* apresenta assim funções básicas tais como proporciona um plano de preços variáveis para o custo de electricidade em função do tempo, proporciona um meio de registar o uso de electricidade num dado preço e proporciona ao consumidor variar o consumo de electricidade automaticamente em função do preço. A utilização do SP pode despoletar o aparecimento, em grande escala, de equipamentos inteligentes como aquecedores, aparelhos de ar condicionado, iluminação, electrodomésticos, tomadas, entre outros mas todos com a possibilidade de serem controlados por um protocolo comum e no contexto deste trabalho, de contadores de energia eléctrica que permitam uma leitura remota possibilitando conhecer o consumo de electricidade em determinada hora. Contudo, a implementação desta forma pura de SP não é trivial, pois implica a existência de infra-estruturas de comunicação bidireccional para a casa de cada cliente, alterações nos equipamentos domésticos, complexos sistemas de informação, bem como formação e informação dos consumidores. Versões menos rigorosas de SP em que por exemplo exigem somente comunicação unidireccional, podem atingir alguns dos objectivos do SP, como é o caso do estabelecimento de um conjunto de tarifas diárias dependentes da hora de consumo. A desvantagem destas tarifas diárias é que, apesar de normalmente serem baseadas em padrões típicos de consumo, e serem ajustadas para diferentes períodos do ano, são pré-estabelecidas, não reflectindo portanto os verdadeiros custos. Sistemas baseados em avisos luminosos ou sonoros, tais como, a existência de um led indicador de situações de procura máxima, são também fáceis de implementar, necessitando somente de comunicação unidireccional. Podem mesmo ser conjugados com sistemas de tarifas que reflectam os custos de uma forma mais precisa (Cruz, 1994; Barros, 1999; Sousa, 2000).

### III - Automação

A electricidade, devido a poder ser fornecida conjuntamente a milhões de consumidores, torna complicado o registo do seu consumo em tempo real, sendo por isso a automatização deste serviço inevitavelmente complexa. Por existir um número muito elevado de pontos de comunicação desde a central geradora até ao consumidor, passando pelas linhas de transmissão, estações elevatórias e estações distribuidoras, torna os requisitos de comunicação a partir das estações distribuidoras até aos consumidores bastante exigentes, o que implica a existência de tecnologias avançadas que permitam um intercâmbio destas quantidades de

informação em tempo real. Devido ao elevado número de consumidores, os sistemas de gestão da rede eléctrica, terminam muitas vezes nas estações distribuidoras e, se por exemplo, ocorrer uma falha de energia num dado ponto da rede distribuidora, essa falha frequentemente só é detectada se for comunicada por um consumidor (Cruz, 1994).

A recolha, manipulação, transmissão e processamento de elevadas quantidades de informação, começou a ser possível com os progressos que ocorreram na comunicação, automação e sistemas de informação, o que consequentemente deu a oportunidade às companhias de electricidade de controlar melhor os seus custos, diferenciar os seus serviços e servir melhor os seus clientes. No sector residencial, existem um conjunto de funções que são actualmente realizadas manualmente ou que nem sequer são realizadas, que podem beneficiar dos progressos na área da automação (Cruz, 1994)). Os sistemas de automação de edifícios residenciais geralmente incluem serviços de gestão de energia, alarmes de incêndio/roubo e funções de controlo tais como, controlo de iluminação, temperatura, e outros. O controlo pode ser baseado em temporizações, assentes em sensores, tais como sensores de presença que ligam a iluminação de uma sala quando é detectada a presença de alguém, e controlo remoto, tal como iniciar o aquecimento da habitação horas antes da chegada a casa. Sendo a gestão de energia, uma das principais aplicações na automação de edifícios residenciais, os seus serviços incluem o escalonamento e prioridade das cargas, estatísticas de energia, etc. Se forem usadas as tarifas dinâmicas de energia, a gestão local da carga torna-se muito desafiante para o consumidor, que pode decidir a aquisição de energia para diferentes objectivos a níveis diferentes de preços. O controlador de gestão de energia, optimiza por isso os gastos de energia tendo em conta as preferências dos consumidores e o funcionamento dos dispositivos. Este rebuscado sistema, permite ao consumidor definir as respostas dos dispositivos seleccionados. Deste modo, o controlador que possui uma base de dados programável, contendo as cargas eléctricas apresentadas por cada dispositivo e os modos de funcionamento de cada dispositivo referentes aos consumos de energia (decisões de consumo), possibilita que o funcionamento do fogão, ar condicionado ou aquecedor e bomba de piscina, seja pré-programado no sentido de alterar as actividades domésticas em função do preço de electricidade. Podem ainda ser incluídas características de inteligência artificial no controlador de gestão de energia, para que este possa “aprender” automaticamente os hábitos e preferências dos ocupantes. O consumidor pode efectuar as suas decisões básicas de custos versus conveniência sem necessitar de interagir directamente com o sistema de gestão de energia, pois só é preciso que seja visualizada uma mensagem no painel de controlo do dispositivo (Barros, 1999).

Os sistemas *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA) abrangem os sistemas de geração e transmissão e são sistemas de gestão de energia (*Energy management System* (SEM)) que executam o controlo absoluto sobre o sistema eléctrico total e possibilitam efectuar a automatização de operações relacionadas com o controlo e monitorização da rede de transmissão, tais como, reconfigurar a rede por computação remota para transmitir cargas de um alimentador para outro, isolar defeitos e restabelecer a alimentação às cargas efectuadas, controlar bancos de condensadores de injeção de potência reactiva, controlar a tensão de saída de transformadores com tomadas no secundário, monitorizar grandezas analógicas (tensões, correntes, temperaturas) e monitorizar o estado de contactos diversos (disjuntores, seccionadores, alarmes) (Barros, 1999).

Os sistemas da automação da distribuição abrangem os sistemas da distribuição e as respectivas cargas e são sistemas desenhados para funcionar remotamente e para coordenar remotamente os componentes das redes de distribuição em tempo real. Os sistemas de automação da distribuição incluem as funções da gestão da carga, as funções de gestão operacionais em tempo real e as funções de leitura remota dos contadores. A utilização destes sistemas requer a utilização de sistemas computacionais muito eficientes e de baixo custo e a utilização de novas tecnologias das redes de comunicação (Barros, 1999).

Assim, para que um sistema de Telecontagem implementado tenha um maior rendimento é usual fazer-se a integração dos métodos de DSM com os métodos de Automação da Distribuição e de SCADA, sendo que a integração de um ST num sistema SCADA obtendo-se um único sistema de controlo, poupa os encargos de investimentos em material e manutenção (Barros, 1999).

### **3- Metodologia**

#### **3.1- Projecto *EcoFamílias***

O presente estudo pretendeu avaliar os consumos eléctricos de vários equipamentos, obtidos pelo instrumento de medição remota *iMeter* instalado em 30 habitações. Estas habitações fizeram parte do projecto *EcoFamílias* desenvolvido pela Quercus – Associação Nacional da Conservação da Natureza entre Maio de 2007 e Abril de 2008. “O projecto teve os seguintes



objectivos e visou contribuir para caracterizar hábitos de consumos energéticos das famílias portuguesas; delinear planos de gestão de procura para as famílias e promover a sua implementação; promover a eficiência do consumo energético no sector doméstico, através do aconselhamento directo e personalizado; reduzir os consumos das famílias, através do seu acompanhamento directo” (Quercus, 2008). Para tal foi realizada uma medição em tempo real utilizando para isso um equipamento denominado *Energy-Check*, e um acompanhamento de 225 famílias distribuídas por todo o território nacional continental (dividido pelas 9 zonas climáticas consideradas no RCCTE). O aparelho *Energy check*, mostrado na Figura 3.1 “permite assim a leitura de consumos eléctricos em cada tomada, para um ou mais aparelhos; capacidade de leitura e registo até 99 dias, com armazenagem de dados” (Quercus, 2008).



Figura 3.1 – *Energy Check*

Devido à existência de equipamentos de difícil ou impossível acesso em que a leitura pelo *Energy-Check* dos consumos eléctricos nas tomadas, se mostrou impossível de efectuar, optou-se pela aquisição do instrumento de telecontagem *iMeter*, aparelho esse utilizado na telecontagem dos consumos eléctricos em cada disjuntor, permitindo assim a monitorização de equipamentos ligados directamente ao sistema eléctrico da casa (Quercus, 2008).



Figura 3.2 - *iMeter*

A implementação do projecto no terreno teve que transpor algumas dificuldades e ajustar-se em alguns momentos às situações que iam surgindo, o que resultou em diferenças nos dados recolhidos em cada família, quer em termos de qualidade, quer em quantidade. Na fase de validação, algumas medições foram rejeitadas; para além disso, existiram medições que não foram possíveis considerar devido a problemas com os dados do instrumento de medição remota *iMeter*, o que condicionou a caracterização mais completa das famílias.

O *iMeter*, apesar de muitas vantagens, teve em algumas habitações a desvantagem de muitos dos quadros eléctricos encontrados estarem mal estruturados, tendo muitos circuitos no mesmo disjuntor. Por isso em vez de se efectuar medições de apenas um equipamento obteve-se uma medição simultânea de vários equipamentos, o que não possibilita a caracterização pormenorizada nesses casos. Deste modo, das 39 habitações onde foi colocado o *iMeter*, apenas 7 habitações foram consideradas neste trabalho, pois tinham os seus quadros eléctricos estruturados de forma a obter consumos individuais e instantâneos de cada um dos equipamentos motivo de análise.

Na Tabela 3.1 são indicados alguns aspectos das sete habitações estudadas. Constatamos que a maior parte das famílias estudadas reside na zona climática L1V1. As zonas classificadas como I1 correspondem a locais com necessidades de aquecimento no Inverno menores, e as zonas I3 a locais com necessidades de aquecimento no Inverno mais elevadas. Por outro lado, as zonas V3 terão maiores necessidades de arrefecimento no Verão do que as regiões V1. Assim, a zona I1V1 corresponde ao clima mais ameno e a zona I3V3 ao clima mais rigoroso. Verificamos também pela tabela, que a tipologia de habitação mais comum no estudo foi o T3 e a menos estudada foi a tipologia T2. O estudo não abrangeu habitações com tipologia T0 e T1. Relativamente ao número de elementos dos agregados familiares, verificamos que a maioria das famílias estudadas é constituída somente por 2 pessoas. O estudo não abrangeu famílias unipessoais.

**Tabela 3.1 - Alguns aspectos das habitações estudadas**

<b>Código da Habitação</b>	<b>Zona Climática</b>	<b>Tipologia de Habitação</b>	<b>composição do agregado familiar</b>
<b>A5</b>	I1V1	T3	2
<b>A13</b>	I1V1	T5	4
<b>A11</b>	I1V1	T2	2
<b>B8</b>	I1V2	T3	2
<b>C4</b>	L1V3	T3	2
<b>I8</b>	I3V3	T3	4
<b>C1</b>	L1V3	T4	5

### **3.2- Monitorização - *iMeter* – Concentrador de recolha de dados**

O instrumento de monitorização utilizado foi o *iMeter*, desenvolvido pela empresa *Intelligent Sensing Anywhere* (ISA) para a leitura e controlo de consumos de electricidade dentro de cada habitação, para o cálculo dos custos diários de energia eléctrica e de emissões de dióxido de

carbono e para promover a eficiência energética. O *iMeter* consiste num instrumento de medição remota de equipamentos ligados directamente ao sistema eléctrico da habitação possibilitando dessa forma a telecontagem dos consumos eléctricos em cada disjuntor. (ISA, 2008; Fonseca, 2008).

Com este instrumento, obteve-se uma grelha, o mais completa possível, dos consumos reais de cada equipamento, para uma avaliação o mais fidedigna possível do potencial de poupança associada à anulação de *stand-by* e *off-mode* dos equipamentos, troca de lâmpadas e substituição de electrodomésticos.



Figura 3.3- Medição de equipamentos com o *iMeter* em duas das habitações do caso de estudo

### I - Princípios de Funcionamento

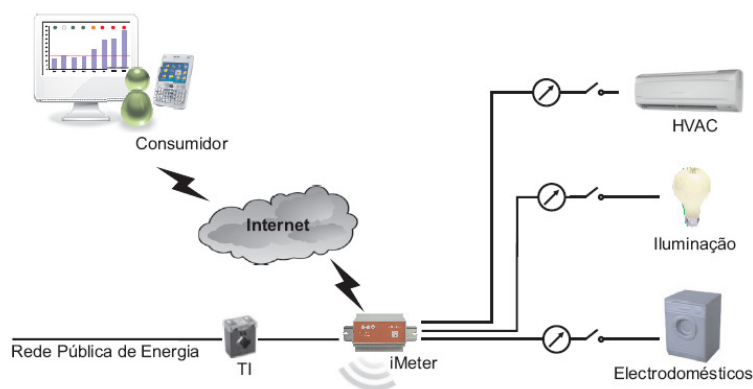
O *iMeter* não é um contador que faz a aquisição de dados mas sim um concentrador, ou seja, um dispositivo que permite a recolha automática (leitura remota) de dados dos contadores de electricidade localizados nas habitações em estudo. Assim, em vez de se obter o total de electricidade consumida como acontece com os contadores, obtém-se os consumos específicos de cada equipamento. A partir do conhecimento dos gastos individualizados de equipamentos como ar condicionado, iluminação, televisão e outros focos de consumo, os consumidores podem adoptar uma postura mais responsável (ME, 2008c; Fonseca, 2008).

O concentrador recolhe os dados comunicando com o contador de electricidade através da interface RS – 485. Por sua vez, o concentrador equipado com um modem GSM/GPRS, armazena os dados relativos às leituras específicas dos circuitos e envia-os automaticamente para uma base de dados central. A informação pode ser acedida através de PDA ou com um simples browser de internet. O sistema possui também capacidades de interrupção de circuitos de forma a realizar operações eficientes de energia. Por exemplo, se o *iMeter* registar um

consumo anormalmente elevado de um determinado equipamento, pode ser programado para o mandar desligar automaticamente. Para que as temperaturas no interior e exterior sejam medidas e usadas na correlação com os consumos de energia, o *iMeter* tem associado a si um dispositivo designado *Ipoint*. Pode-se ainda ligar o *iMeter* a sensores de presença para garantir um controlo mais eficiente dos consumos registados (ISA, 2008; ME 2008c; Fonseca, 2008).

O software do concentrador é responsável pela leitura e por guardar dados e transferir os mesmos para o sistema central. As funções do concentrador podem ser, assim divididas em três funções básicas:

- recolha de dados, de acordo com um certo horário;
- armazenar na memória interna os dados lidos pelos contadores (não são processados no concentrador);
- transferência de dados para a plataforma central para processamento dos mesmos.



**Figura 3.4 - Modo de funcionamento do *iMeter* (Fonte: ISA, 2008)**

Fisicamente o *iMeter*, tem as seguintes características (ISA, 2008; ME, 2008c):

- “3 circuitos monofásicos (16A)”;
- Interface rádio;
- Protocolo *ModBus* (RS-485);
- Comunicações GSM/GPRS
- Controle de interrupção de circuitos de modo a realizar operações eficientes de energia;
- Memória de registo: 64 kB;
- Temperatura de operação: -10°C a 60°C”.

O *iMeter* revela-se interessante pelas seguintes razões:

- Permite obter leituras individuais de electricidade em equipamentos monitorizados;
- A colocação do *iMeter* é simples, discreta, e não necessita de qualquer fio de ligação que possa incomodar os habitantes;
- Exigem como único requisito que o local da sua instalação tenha cobertura GSM para que os dados recolhidos possam ser comunicados;
- Associado directamente aos contadores interceptam os vários circuitos medindo o consumo de cada equipamento podendo ainda estar associado a outros equipamentos inteligentes que monitorizam níveis de temperatura, humidade, presenças, qualidade do ar, concentração de CO<sub>2</sub>, etc.
- Aposta no segmento da comunicação com o consumidor, ou seja o *sub-metring*;
- Pode medir o consumo associado a três circuitos diferentes;
- A solução é totalmente modular e foi projectada de modo a ser fiável, de fácil instalação e baixo custo (cerca de 350 euros).
- Os consumidores passam a saber o que gastam e como gastam em tempo real
- Permite a obtenção de uma medição mais próxima do real dos consumos de electricidade efectuados em cada habitação, e consequentemente fazer uma análise do potencial de poupança propondo soluções para atingir uma maior eficiência energética para cada tipo de consumo (ISA, 2008).

## II - Modo de Acesso aos Dados

O concentrador envia automaticamente as leituras para os equipamentos centrais através da comunicação GSM/GPRS. Os consumos são mostrados depois em tempo real através de um painel chamado *iDisplayMeter*. Essa informação é assim armazenada em base de dados, a qual estando online pode ser acedida e consultada através de PDA ou com um simples browser de internet. Os dados podem ser exportados sob a forma de uma folha de cálculo do Microsoft Excel. (ME, 2008c)

## III - Problemas que ocorreram no tratamento dos dados

Os dados exportados, devido a razões como rede sobrecarregada ou ligação ineficiente, podem apresentar brancos (ausência instantânea de dados) ou falhas (ausência temporalmente prolongada de dados). Assim, os dados exportados foram criteriosamente analisados de modo

a se verificar a sua coerência, a retirar erros, a eliminar dados incoerentes e a eliminar da base de dados qualquer informação pouco fiável ou suspeita.

Os dados em branco, por serem num período temporal curto (5/10 minutos) foram extrapolados recorrendo-se ao consumo médio do período de utilização e utilizados na análise dos consumos.

#### **4 - Análise de Consumos – Caso de Estudo do equipamento *iMeter* nas *EcoFamílias***

Neste capítulo é realizada uma análise de alguns dos consumos eléctricos das habitações onde foi implementado o projecto de telecontagem de energia eléctrica. A partir da análise dos consumos e dos diagramas de carga dos equipamentos em estudo, determinam-se novos diagramas de carga tendo em consideração a implementação de medidas como: substituição por equipamentos eléctricos mais eficientes; deslocação de determinados consumos para outros períodos horários de forma a reduzir as pontas da curva afectada; eliminação de consumos *stand-by* e/ou *off-mode* estimando as poupanças associados.

Uma melhoria da eficiência energética de uma habitação realiza-se pela substituição de equipamentos inefficientes por outros mais eficientes. Com a substituição, procura-se estimar a redução dos consumos eléctricos e as poupanças económicas resultantes. A implementação de equipamentos eléctricos mais eficientes depende de factores como valor do investimento económico necessário à sua aquisição, utilização dada, retorno económico proveniente da respectiva redução dos consumos e idade dos equipamentos actuais. Por exemplo, para a análise da viabilidade da substituição de equipamentos, é considerada viável a substituição de equipamentos cujo investimento se recupera até 6 anos (Quercus, 2008) .

A eliminação do consumo *stand-by* e *off-mode* pode ser conseguida através da colocação de fichas com corte de corrente nas tomadas de aparelhos com este tipo de consumos (Quercus, 2008).

As tarifas de venda a Clientes Finais do comercializador regulado em BTN são construídas por um tarifário fixo (preços em €/mês de potência contratada e de contratação, leitura, facturação e cobrança, variável por escalão de potência contratada) e por preços de energia

activa (em €/kWh, definidos para cada período tarifário, por opção tarifária e por nível de tensão e correspondem aos preços dos consumos de energia).

O deslocamento de cargas, define-se como sendo, “a mudança do período de funcionamento de equipamentos das horas de ponta ou cheias do diagrama de carga para horas de vazio, e é uma estratégia que pode e deve ser aplicada às máquinas de lavar loiça e roupa. Para o consumidor tirar partido do deslocamento de cargas, deverá optar pela tarifa bi-horária, obtendo as vantagens económicas decorrentes da utilização dos equipamentos nos períodos de mais baixo custo energético” (DGGE, 2004). Existem dois ciclos horários associados à tarifa bi-horária: ciclo semanal e ciclo diário. Como os consumos analisados ao longo do estudo se baseiam em consumos médios horários para um dia, considera-se o ciclo diário como o ciclo seleccionado.

#### 4.1- Máquina de lavar loiça sem consumo *off-mode*

Os dados recolhidos pelo concentrador estão compreendidos entre o dia 14 de Novembro de 2007 (19:45 h) e o dia 24 de Outubro de 2008 (00:55), o que corresponde a aproximadamente 344 dias. A Figura 4.1 mostra o diagrama de carga horário associado à máquina de lavar loiça, isto é, a potência média horária (que pode ser traduzida em consumos médios horários) para o intervalo de tempo referido.

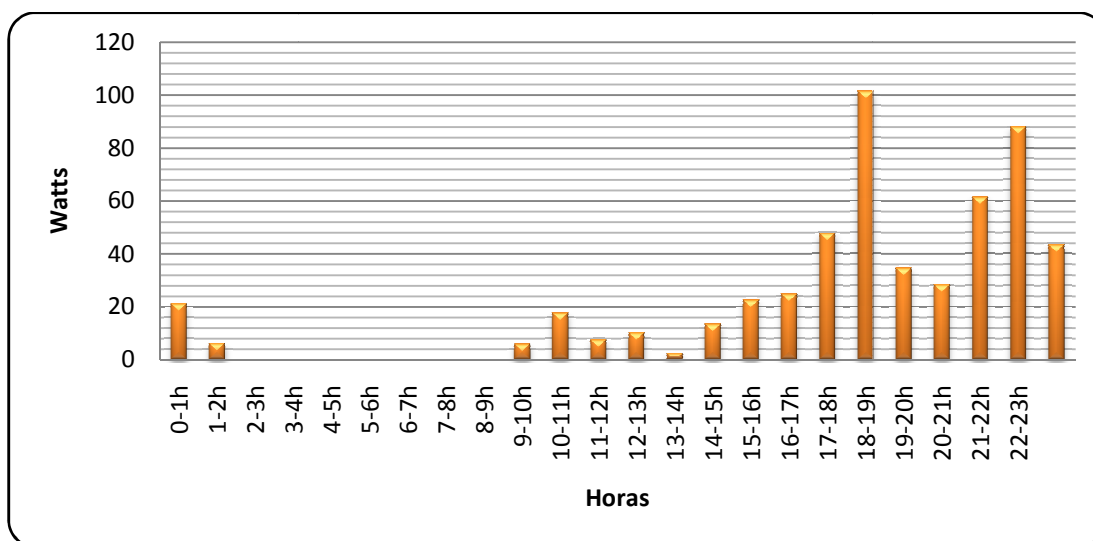


Figura 4.1 - Diagrama de carga horário da máquina de lavar loiça (período total)

Os consumos médios horários mais baixos verificam-se no intervalo das 0-17 horas, e por isso pode-se deduzir que os consumidores nesta habitação não utilizam a máquina em períodos de dormida e têm um horário laboral até às 17h, não tendo provavelmente empregada de

limpezas durante essas horas. A maioria dos consumos que se verificaram no intervalo das 0-17 horas ocorreu em dias de fim-de-semana. A partir das 17 horas verificou-se um aumento significativo do consumo, relacionado com a chegada dos consumidores desta habitação a casa. A forma da curva entre as 17- 22 horas mostra que os consumidores muitas das vezes quando chegam a casa põem a máquina a trabalhar até às 19h, hora a partir do qual diminui drasticamente o consumo, voltando depois a pôr a máquina a lavar após os períodos de jantar (19-21 horas). Esta habitação encontra-se num meio urbano, provavelmente não almoçando o agregado familiar em casa e por isso a forma da curva no período de almoço é relativamente constante e desprovida de consumos da máquina.

A Figura 4.2 mostra a distribuição do consumo da máquina de lavar loiça pelos dias de semana. Verifica-se um consumo de 32% em dias de fim-de-semana e um consumo mais uniforme, à excepção da 4ª feira, em dias de semana.

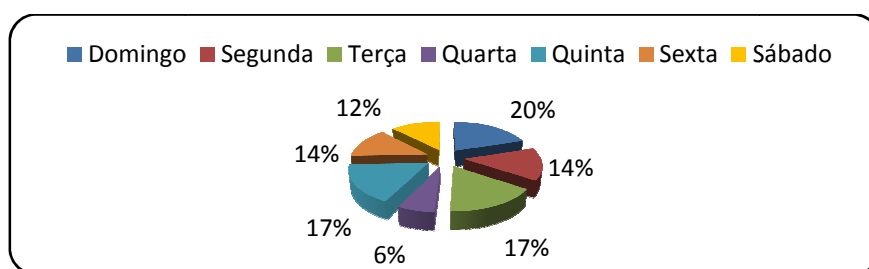


Figura 4.2 -Distribuição percentual do consumo da máquina pelos dias de semana

A Figura 4.3 representa o diagrama de carga anual da máquina de lavar loiça, apresentando para cada mês a potência média diária durante esse mês utilizada pelo equipamento em causa. Os meses que têm uma carga nula são meses em que o concentrador não obteve medições de consumo de máquina de lavar loiça. Constata-se que, nesta habitação, a máquina é utilizada com uma frequência equivalente ao longo do ano, sendo que os meses com maior utilização foram Dezembro e Janeiro, o que pode ser devido a serem meses de festas em que as famílias se costumam juntar em refeições. Verifica-se também que a ponta máxima ocorreu num dia de semana, 31 de Dezembro de 2007 (22-23 horas), o que se entende por ser um dia festivo em que se recebe família e amigos em casa e por isso uma maior utilização da máquina.



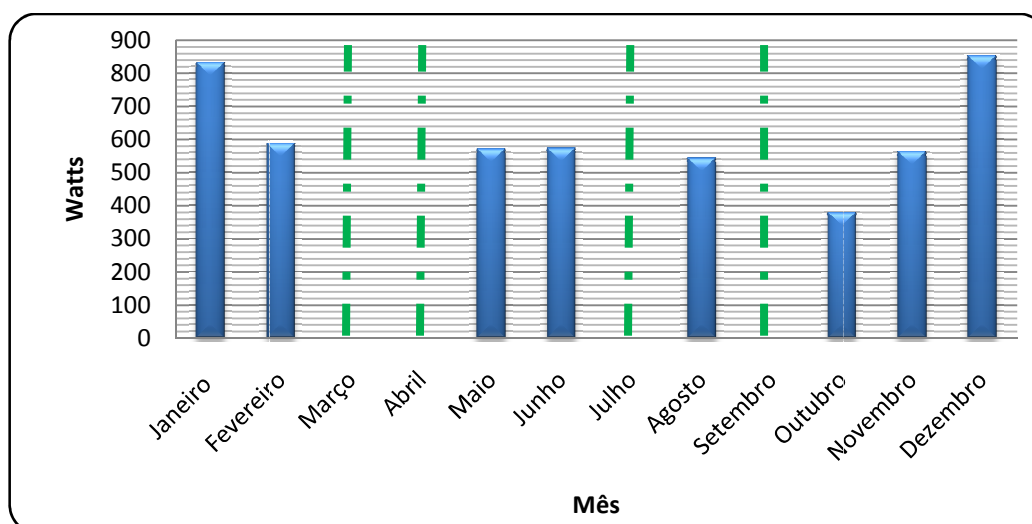


Figura 4.3 - Diagrama de carga anual da máquina no período de estudo

Como o concentrador demonstrou uma eficiência na recolha de dados de aproximadamente 31,8%, o que corresponde a uma recolha de dados equivalente a 110 dias, o período de análise detalhado foi reduzido para o mês de Janeiro de 2008 onde a eficiência na recolha de dados do *iMeter* foi de 98%. Deste modo, para se estimar o consumo da máquina de lavar loiça durante um mês e se se analisar os diversos diagramas de carga, com a maior fiabilidade possível, foram utilizados dados compreendidos entre as 0 horas do dia 1 de Janeiro de 2008 e as 24 horas do dia 30 de Janeiro de 2008, o que corresponde aproximadamente a um mês. Na Tabela 4.1 verifica-se as principais características da máquina de lavar loiça utilizada nesta habitação.

Tabela 4.1- Principais características da máquina de lavar loiça

	Máquina da Loiça
Consumo Energético (kWh/ciclo de lavagem)	1,59
Lavagens em média por dia	0,44
Lavagens em média por ano	161,46
Consumo médio anual (kWh/ano)	256,68

Como se constata na Figura 4.4 a máquina de lavar loiça encontra-se em utilização somente 3% do tempo. No entanto estes 3% são responsáveis pelo total de consumo da máquina, dado não haver consumos *stand-by* e *off-mode*.

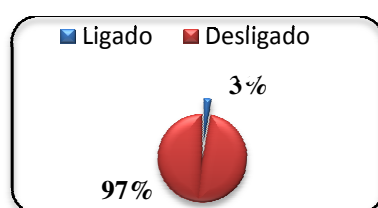


Figura 4.4 - Tempo dos dois estados de presença da máquina

A Figura 4.5 mostra o diagrama de carga horário associado à máquina de lavar loiça, no período de consumo referido. Neste período estimou-se que para um consumo total médio diário de 886,6 Wh, o mesmo distribuiu-se em 30,3% em período de vazio, e em 69,7% em período fora de vazio, tendo em conta o ciclo diário.

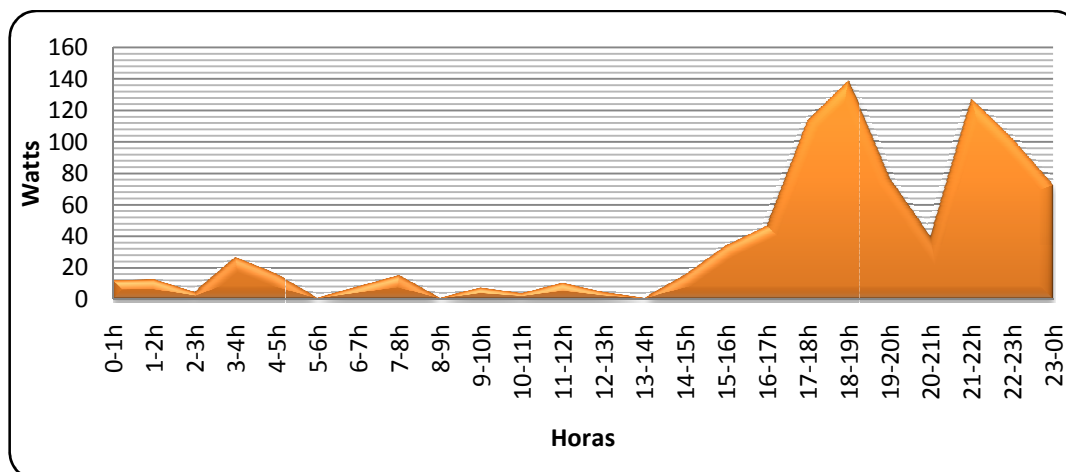


Figura 4.5- Diagrama de carga horário da máquina de lavar loiça do período de estudo

Tal como se tinha dito anteriormente, os consumos médios horários mais baixos verificam-se no intervalo das 0-17 horas, a partir do qual se verifica um aumento significativo do consumo. A forma da curva entre as 17- 22 horas pressupõe que os consumidores quando chegam a casa põem a máquina a trabalhar até às 19h (hora a partir do qual diminui drasticamente o consumo) voltando depois a pôr a máquina a lavar após os períodos de jantar (19-20 horas).

A utilização de diferentes programas de lavagem e de várias temperaturas de aquecimento de água resulta em diferentes consumos em cada lavagem. A deslocação de consumos para períodos de vazio e o uso de baixas temperaturas de aquecimento de água provocarão certamente ganhos económicos para este consumidor.

A Figura 4.6 mostra a distribuição do consumo da máquina de lavar loiça pelos dias de semana. Verifica-se um consumo da máquina de 38% em dias de fim-de-semana e um consumo mais uniforme em dias de semana, à excepção da 4ª feira.

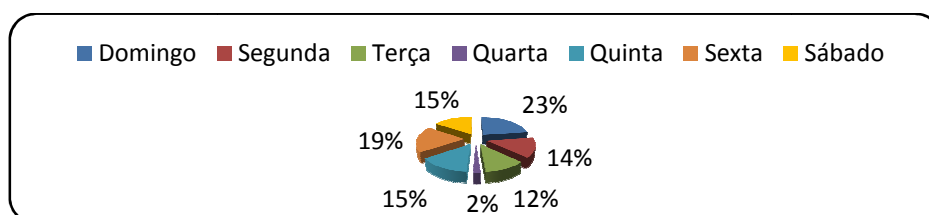


Figura 4.6 - Distribuição percentual do consumo da máquina pelos dias de semana

### 4.1.1 - Substituição por uma máquina mais eficiente

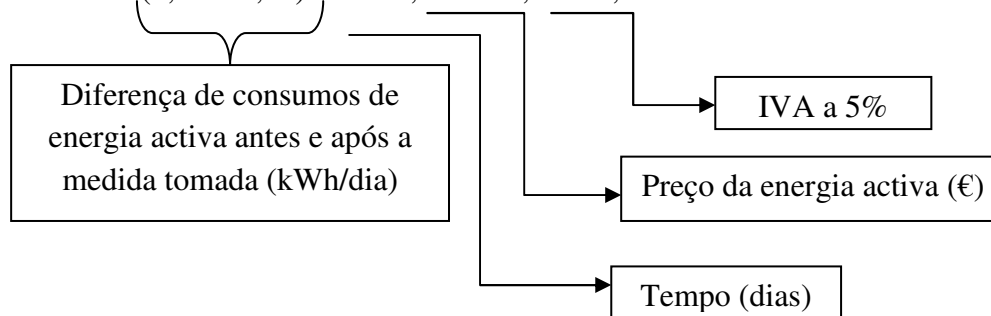
Seleccionou-se para comparação uma máquina de classe A de livre instalação, por ser o modelo mais presente nas famílias, escolhida através do site *TopTen* (Quercus, 2007). Como se pode observar na Tabela 4.2, com a introdução da máquina de lavar loiça mais eficiente, o consumo médio total de electricidade por ciclo de lavagem decresceu bastante (34%). No entanto, constata-se também que, a substituição da máquina de lavar loiça por uma de classe A não é viável, por não se conseguir recuperar o investimento em 6 anos.

**Tabela 4.2- Análise do potencial de substituição da máquina de lavar loiça**

Consumo Energético do existente (kWh/ciclo de lavagem)	1,59
Consumo Energético do novo (kWh/ciclo de lavagem)	1,05
Consumo poupado (kWh/ciclo de lavagem)	0,54
Preço Máximo De compra (euros)	455
Classe Energética	A
Custo Poupado (€/ano)	1,08
Período de Retorno (anos)	35

Apesar da implementação da máquina de lavar loiça mais eficiente possibilitar reduzir o consumo de electricidade, não significa que a potência contratada diminua e por isso, para estimar a poupança económica alcançada não foi tida em conta a potência contratada sendo apenas considerada a redução dos custos relativos à energia activa. Como a tarifa deste consumidor é simples, a redução que ocorre na factura do período analisado do consumidor em BTN, obtém-se multiplicando o preço da energia activa total da máquina (mantém-se a mesma nos dois casos) pela diferença de consumos de energia activa antes e após a aquisição da máquina mais eficiente. Assim sendo, a poupança é obtida segundo a seguinte expressão (ERSE, 2007c):

$$\text{Poupança Mensal} = (0,89 - 0,59) * 30 * 0,1143 * 1,05 = 1,08 \text{ €/mês}$$



Esta poupança mensal resulta numa poupança anual de 13 €/ano.

#### 4.1.2 - Deslocação de Cargas

A deslocação de consumos localizados em horas de ponta do diagrama de carga horário para horas de vazio permite uma redução das pontas. Verifica-se pelo diagrama de carga horário, que os maiores consumos médios do dia dão-se entre as 17 e as 23 horas. Assim, a afectação da curva de carga horária, mostrada na Tabela 4.3, foi efectuada deslocando essencialmente os consumos da máquina neste período para períodos de vazio (madrugada).

**Tabela 4.3 - Distribuição dos consumos médios horários em Wh antes e depois das deslocações**

<b>Horas</b>	<b>Consumo médio (Wh) antes da deslocação</b>	<b>Consumo médio (Wh) depois da deslocação</b>	<b>Horas</b>	<b>Consumo médio (Wh) antes da deslocação</b>	<b>Consumo médio (Wh) depois da deslocação</b>
<b>0-1h</b>	11,90	73,66	<b>12-13h</b>	4,35	0,00
<b>1-2h</b>	12,49	74,24	<b>13-14h</b>	0,72	0,00
<b>2-3h</b>	4,42	66,17	<b>14-15h</b>	15,32	0,00
<b>3-4h</b>	26,59	88,34	<b>15-16h</b>	33,85	0,00
<b>4-5h</b>	15,99	77,74	<b>16-17h</b>	46,31	0,00
<b>5-6h</b>	0,75	62,51	<b>17-18h</b>	113,35	0,00
<b>6-7h</b>	7,92	69,67	<b>18-19h</b>	138,68	0,00
<b>7-8h</b>	15,08	76,83	<b>19-20h</b>	76,46	0,00
<b>8-9h</b>	0,73	0,00	<b>20-21h</b>	39,56	0,00
<b>9-10h</b>	7,27	0,00	<b>21-22h</b>	127,03	0,00
<b>10-11h</b>	3,65	0,00	<b>22-23h</b>	101,67	163,42
<b>11-12h</b>	10,24	0,00	<b>23-0h</b>	72,22	133,97
<b>Totais</b>				886,55	886,55

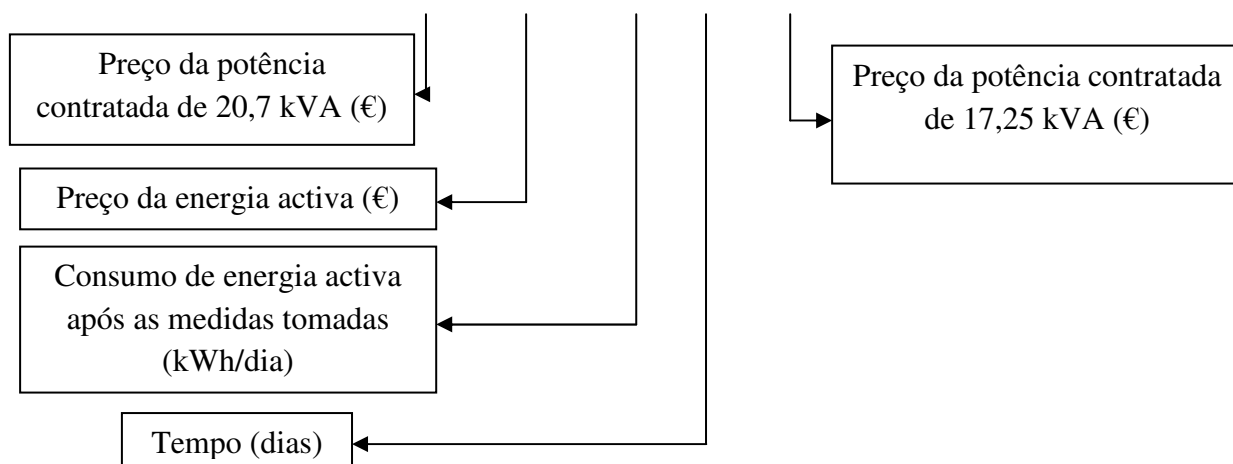
De modo a poder ver se compensa ou não mudar para tarifa bi-horária, compara-se os custos correspondentes a estas tarifas para a potência contratada, neste caso, 20,7 kVA. Como verificado na Tabela 4.4, pode-se deduzir que a utilização de tarifa bi-horária não compensa mais que a tarifa simples, pois em qualquer dos cenários verifica-se uma perda financeira. Uma análise com o ciclo semanal em vez do ciclo diário associado à tarifa bi-horária poderia dar resultados diferentes.

Tabela 4.4 - Tarifários para as diferentes situações

	Tarifa simples	Tarifa bi-horária (diária)
Situação Existente	33,46 €	44,73 €
Substituição da máquina	32,44 €	43,86 €
Deslocação de cargas	33,46 €	43,77 €
Substituição da máquina + Deslocação de cargas	32,43 €	43,22 €

Na deslocação de cargas de períodos de ponta para períodos de vazio é tida em conta, ao contrário do que aconteceu acima quando se substituiu a máquina da loiça por uma mais eficiente, a redução da potência contratada. Considera-se que a deslocação de cargas provoca uma diminuição da potência contratada de 20,7 kVA para uma potência contratada de 17,25 kVA, o que consequentemente leva a uma redução na factura. A poupança mensal nesta situação pode ser estimada pela seguinte expressão (ERSE, 2007c):

$$\text{Poupança Mensal} = 30,42 + (0,1143 * 0,59 * 30) - 25,42 + (0,1143 * 0,59 * 30) = 7 \text{ €}$$



Esta poupança mensal resulta numa poupança anual de 84 €/ano.

#### 4.1.3 - Diagrama de Carga Resultante

A implementação das medidas anteriores, isto é, a substituição da máquina de lavar loiça por uma mais eficiente e a deslocação de cargas para reduzir as pontas, permite criar uma nova curva de carga horária. A Tabela 4.5 mostra os consumos médios horários, para um dia, da máquina nas duas situações, a primeira que expõe os consumos médios horários da máquina existente e a segunda que expõe os consumos médios estimados se a máquina for substituída por uma nova e se deslocar certos consumos para outros períodos.

Tabela 4.5 - Distribuição dos consumos médios horários em Wh antes e depois das medidas tomadas

<b>Horas</b>	<b>Consumo médio (Wh) antes das medidas tomadas</b>	<b>Consumo médio (Wh) depois das medidas tomadas</b>
<b>0-1h</b>	11,90	48,64
<b>1-2h</b>	12,49	49,03
<b>2-3h</b>	4,42	43,70
<b>3-4h</b>	26,59	58,34
<b>4-5h</b>	15,99	51,34
<b>5-6h</b>	0,75	41,28
<b>6-7h</b>	7,92	46,01
<b>7-8h</b>	15,08	50,74
<b>8-9h</b>	0,73	0,00
<b>9-10h</b>	7,27	0,00
<b>10-11h</b>	3,65	0,00
<b>11-12h</b>	10,24	0,00
<b>12-13h</b>	4,35	0,00
<b>13-14h</b>	0,72	0,00
<b>14-15h</b>	15,32	0,00
<b>15-16h</b>	33,85	0,00
<b>16-17h</b>	46,31	0,00
<b>17-18h</b>	113,35	0,00
<b>18-19h</b>	138,68	0,00
<b>19-20h</b>	76,46	0,00
<b>20-21h</b>	39,56	0,00
<b>21-22h</b>	127,03	0,00
<b>22-23h</b>	101,67	107,92
<b>23-0h</b>	72,22	88,47
<b>Totais</b>	886,55	585,46

Analisando os consumos médios horários e os totais constata-se que a implementação de uma máquina de lavar loiça mais eficiente e a deslocação de cargas reduz significativamente o consumo. Estas reduções podem ser visualizadas no diagrama de carga horário apresentado na Figura 4.7, ao mesmo tempo que se pode constatar que estas medidas provocam uma mudança da forma da curva.

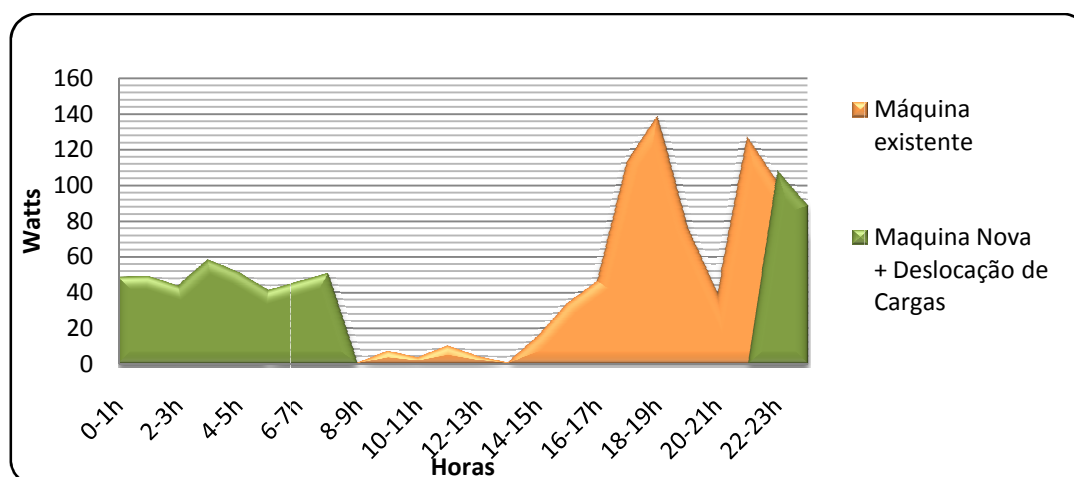


Figura 4.7 - Diagrama de carga horário resultante das medidas tomadas

#### 4.2- Máquina de lavar loiça com consumo *off-mode*

Como o concentrador da habitação em análise demonstrou uma eficiência na recolha de dados de aproximadamente 100%, o período de análise baseou-se nos dados recolhidos pelo concentrador entre as 0 horas do dia 12 de Setembro de 2007 e as 24 horas do dia 11 de Outubro de 2007, o que corresponde a aproximadamente 30 dias. Na Tabela seguinte verifica-se as principais características da máquina de lavar loiça utilizada nesta habitação.

Tabela 4.6 - Principais características da máquina de lavar loiça

	Máquina da Loiça
Consumo energético (kWh/ciclo de lavagem)	1,52
Lavagens em média por dia	0,30
Lavagens em média por ano	109,54
Consumo médio anual - kWh/ano	166,65

Como se constata na Figura 4.8 a máquina encontra-se em utilização somente 1% do tempo. No entanto este 1% é responsável por 95% do consumo da máquina de lavar loiça.

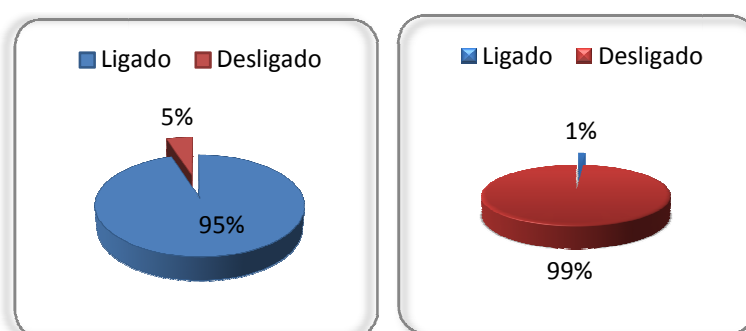
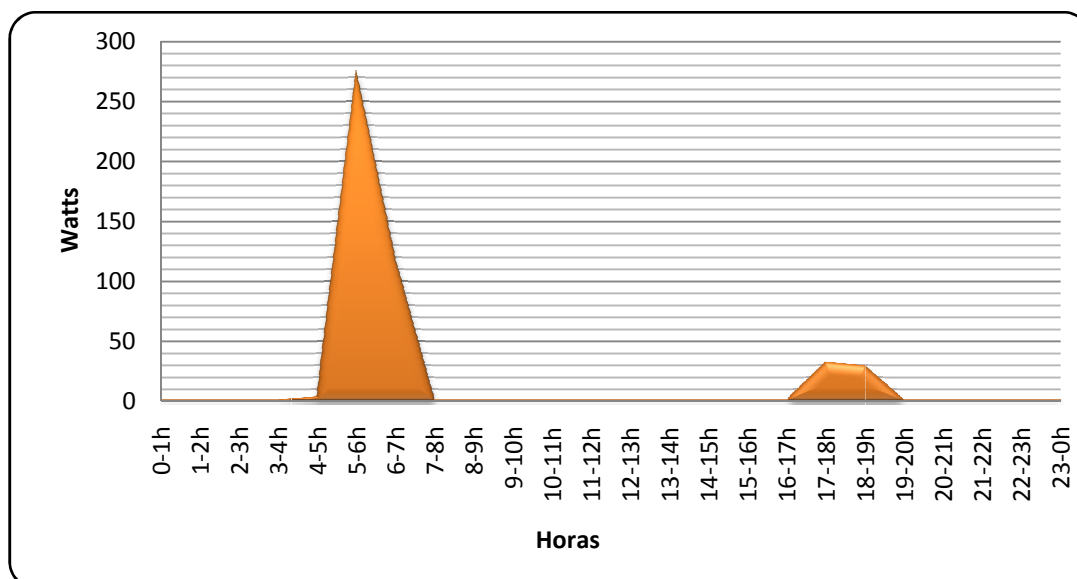


Figura 4.8 - Tempo dos dois estados de presença da máquina

A Figura 4.9 mostra o diagrama de carga horário associado à máquina de lavar loiça, no período de consumo referido. Neste período estimou-se que para um consumo total de 14,402 kWh, o mesmo distribuiu-se em 85% em período de vazio, e em 15% em período fora de vazio, tendo em conta o ciclo diário.



**Figura 4.9 - Diagrama de carga horário da máquina de lavar loiça (período total)**

Os períodos de consumo localizam-se no intervalo das 4-7 horas e das 17-19 horas. Dado que esta habitação tem contador bi-horário, os consumidores desta habitação decidem utilizar a máquina num período de vazio onde o preço da electricidade é mais baixo, ou seja das 4-7 horas. A utilização da máquina no período das 17-19 horas ocorreu somente no dia 5 de Novembro (sexta feira), pois foi acumulada loiça dos dois dias anteriores em que a máquina não foi usada. Esta habitação encontra-se num meio urbano, meio onde se tende a não almoçar em casa e por isso a forma da curva no período de almoço é desprovida de consumos da máquina.

A utilização de diferentes programas de lavagem e de várias temperaturas de aquecimento de água resulta em diferentes consumos em cada lavagem. O uso de baixas temperaturas de aquecimento de água provocará certamente ganhos económicos para este consumidor.

A Figura 4.10 mostra a distribuição do consumo da máquina de lavar loiça pelos dias de semana. Verifica-se um consumo da máquina de 48,14% em dias de fim-de-semana e um consumo mais uniforme, à excepção da 5ª feira em dias de semana.



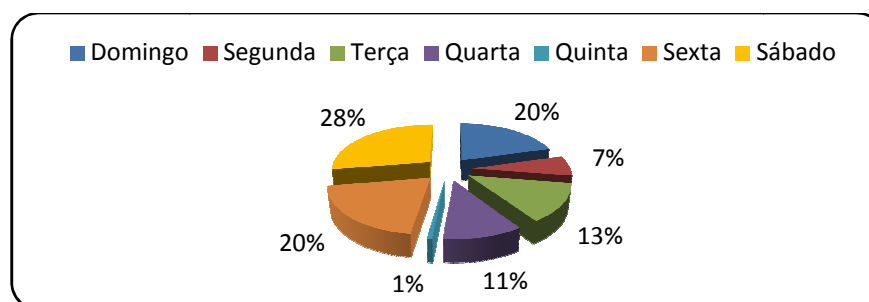


Figura 4.10 - Distribuição percentual do consumo da máquina pelos dias de semana

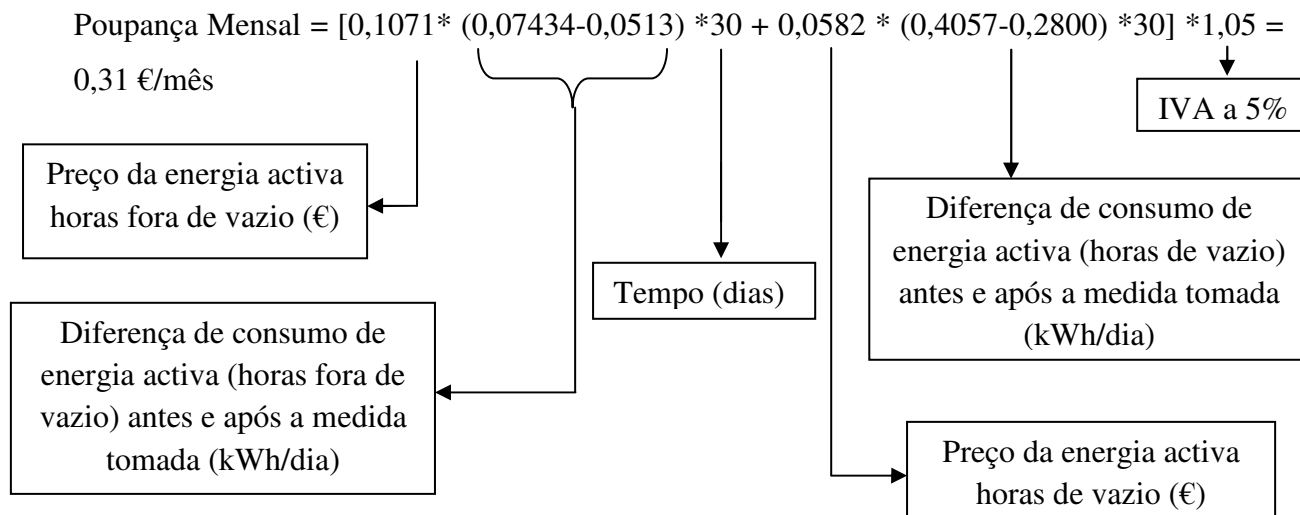
#### 4.2.1 - Substituição por uma máquina mais eficiente

Seleccionou-se para comparação uma máquina de classe A de livre instalação, por ser o modelo mais presente nas famílias, escolhida através do site TopTen (Quercus, 2007c). Como se pode observar na Tabela 4.7, com a introdução da máquina de lavar loiça mais eficiente, o consumo médio total de electricidade por ciclo de lavagem decresceu bastante (31%). No entanto, constata-se também que, a substituição da máquina de lavar loiça por uma de classe A não é viável, por não se conseguir recuperar o investimento em 6 anos.

Tabela 4.7 - Análise do potencial de substituição da máquina de lavar loiça

Consumo Energético do existente(kWh/ciclo de lavagem)	1,52
Consumo Energético do novo (kWh/ciclo de lavagem)	1,05
Consumo poupado (kWh/ciclo de lavagem)	0,47
Preço Máximo De compra (euros)	455
Classe Energética	A
Custo Poupado (€/ano)	1,08
Período de Retorno (anos)	35

Apesar da substituição por uma máquina de lavar loiça mais eficiente ter possibilitado reduzir o consumo de electricidade, não significa que a potência contratada diminua e por isso, para estimar a poupança económica alcançada não foi tida em conta a potência contratada sendo apenas considerada a redução dos custos relativos à energia activa. Como a tarifa deste consumidor bi-horária, a redução que ocorre na factura do período analisado do consumidor em BTN, a poupança mensal é obtida segundo a seguinte expressão (ERSE, 2007d):



Esta poupança mensal resulta numa poupança anual de aproximadamente 3,70 €/ano.

#### 4.2.2 - Eliminação do Consumo *off-mode*

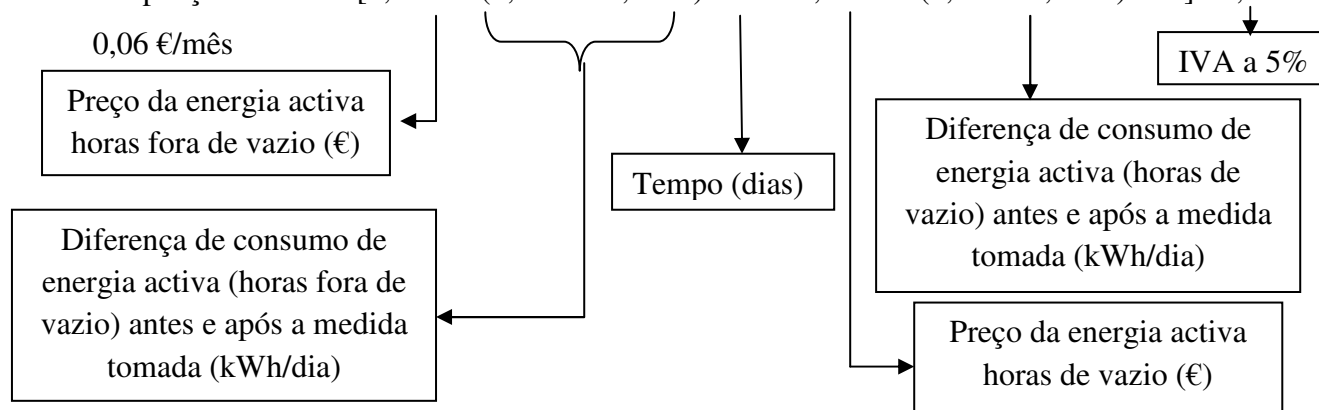
Para construir um novo diagrama de carga, tendo em conta a eliminação do consumo *off-mode*, efectuou-se a afectação do consumo. Para isso, a repartição do consumo pelos diversos intervalos de hora (Tabela 4.8), foi determinado eliminando o consumo *off-mode* do período de estudo da máquina. Assim, com a introdução da colocação de fichas com corte de corrente nas tomadas da máquina de lavar loiça, o consumo médio de electricidade por ciclo de lavagem pode diminuir.

Tabela 4.8 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado

Horas	Consumo médio (Wh) com <i>off-mode</i>	Consumo médio (Wh) sem <i>off-mode</i>	Horas	Consumo médio (Wh) com <i>off-mode</i>	Consumo médio (Wh) sem <i>off-mode</i>
0-1h	1,00	0,00	12-13h	1,00	0,00
1-2h	1,00	0,00	13-14h	1,00	0,00
2-3h	1,00	0,00	14-15h	1,00	0,00
3-4h	1,00	0,00	15-16h	1,00	0,00
4-5h	3,82	2,83	16-17h	1,00	0,00
5-6h	276,48	275,70	17-18h	32,68	31,71
6-7h	118,43	117,49	18-19h	29,67	28,68
7-8h	1,00	0,00	19-20h	1,00	0,00
8-9h	1,00	0,00	20-21h	1,00	0,00
9-10h	1,00	0,00	21-22h	1,00	0,00
10-11h	1,00	0,00	22-23h	1,00	0,00
11-12h	1,00	0,00	23-0h	1,00	0,00
Totais				480,07	456,41

Apesar da anulação de consumos off-mode ter possibilitado reduzir o consumo de electricidade, não significa que a potência contratada diminua e por isso, para estimar a poupança económica alcançada não foi tida em conta a potência contratada sendo apenas considerada a redução dos custos relativos à energia activa. Como a tarifa deste consumidor bi-horária, a redução que ocorre na factura do período analisado do consumidor em BTN, a poupança mensal é obtida segundo a seguinte expressão (ERSE, 2008d):

$$\text{Poupança Mensal} = [0,1071 * (0,07434 - 0,0604) * 30 + 0,0582 * (0,4057 - 0,3960) * 30] * 1,05 = 0,06 \text{ €/mês}$$



Esta poupança mensal resulta numa poupança anual de aproximadamente 0,8 €/ano

#### 4.2.3 - Deslocação de Cargas

A deslocação de consumos localizados em horas de ponta do diagrama de carga horário para horas de vazio permite uma redução das pontas. Verifica-se pelo diagrama de carga horário, que os maiores consumos médios do dia dão-se entre as 17 e as 19 horas. Assim, a afectação da curva de carga horária, mostrada na Tabela 4.9, foi efectuada deslocando essencialmente os consumos da máquina neste período para períodos de vazio (madrugada).

**Tabela 4.9 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado**

Horas	Consumo médio (Wh) antes da deslocação	Consumo médio (Wh) depois da deslocação	Horas	Consumo médio (Wh) antes da deslocação	Consumo médio (Wh) depois da deslocação
0-1h	1,00	8,43	12-13h	1,00	0,00
1-2h	1,00	8,43	13-14h	1,00	0,00
2-3h	1,00	8,43	14-15h	1,00	0,00
3-4h	1,00	8,43	15-16h	1,00	0,00
4-5h	3,82	11,25	16-17h	1,00	0,00
5-6h	276,48	283,91	17-18h	32,68	0,00
6-7h	118,43	125,87	18-19h	29,67	0,00
7-8h	1,00	8,43	19-20h	1,00	0,00
8-9h	1,00	8,43	20-21h	1,00	0,00
9-10h	1,00	0,00	21-22h	1,00	0,00
10-11h	1,00	0,00	22-23h	1,00	0,00
11-12h	1,00	0,00	23-0h	1,00	8,43
<b>Totais</b>				480,07	480,07

De modo a poder-se ver se compensa ou não mudar para tarifa bi-horária, compara-se os custos correspondentes a estas tarifas para a potência contratada, neste caso, 3,45 kVA. Como verificado na Tabela 4.10, pode-se deduzir que a utilização de tarifa bi-horária não compensa mais que a tarifa simples, pois em qualquer dos cenários verifica-se uma perda financeira. Esta análise apenas teve em conta o ciclo diário. Uma análise com o ciclo semanal em vez do ciclo diário associado à tarifa bi-horária poderia dar resultados diferentes.

Tabela 4.10 - Tarifários para as diferentes situações

	Tarifa simples	Tarifa bi-horária (diária)
Situação Existente	7,11 €	9,27 €
Substituição da máquina	6,63 €	8,97 €
Deslocação de cargas	7,11 €	9,16 €
Anulação de <i>off-mode</i>	7,04 €	9,21 €
Novo+ anulação <i>off-mode</i> +deslocação	6,58 €	8,87 €

#### 4.2.4 - Diagrama de Carga Resultante

A implementação de medidas anteriores, isto é, substituição da máquina de lavar loiça por uma mais eficiente, a eliminação do consumo *off-mode* e a deslocação de cargas para reduzir as pontas, permite criar uma nova curva de carga horária de modo a avaliar as possíveis poupanças. A Tabela 4.11 mostra os consumos horários, para um dia, da máquina nas duas situações, a primeira que expõe os consumos medidos da máquina existente e a segunda em que expõe os consumos estimados se a máquina for substituída por uma nova e se deslocar certos consumos para outros períodos.

**Tabela 4.11 - Distribuição dos consumos médios horários em Wh antes e depois das medidas tomadas**

<b>Horas</b>	<b>Consumo médio (Wh) antes das medidas tomadas</b>	<b>Consumo médio (Wh) depois das medidas tomadas</b>
<b>0-1h</b>	1,00	4,17
<b>1-2h</b>	1,00	4,17
<b>2-3h</b>	1,00	4,17
<b>3-4h</b>	1,00	4,17
<b>4-5h</b>	3,82	6,12
<b>5-6h</b>	276,48	194,45
<b>6-7h</b>	118,43	85,26
<b>7-8h</b>	1,00	4,17
<b>8-9h</b>	1,00	4,17
<b>9-10h</b>	1,00	0,00
<b>10-11h</b>	1,00	0,00
<b>11-12h</b>	1,00	0,00
<b>12-13h</b>	1,00	0,00
<b>13-14h</b>	1,00	0,00
<b>14-15h</b>	1,00	0,00
<b>15-16h</b>	1,00	0,00
<b>16-17h</b>	1,00	0,00
<b>17-18h</b>	32,68	0,00
<b>18-19h</b>	29,67	0,00
<b>19-20h</b>	1,00	0,00
<b>20-21h</b>	1,00	0,00
<b>21-22h</b>	1,00	0,00
<b>22-23h</b>	1,00	0,00
<b>23-0h</b>	1,00	4,17
<b>Totais</b>	480,07	315,00

Analisando os consumos médios horários e os totais constata-se que a implementação de uma máquina de lavar loiça mais eficiente, a eliminação do consumo off-mode e a deslocação de cargas reduz significativamente o consumo. Estas reduções podem ser visualizadas no diagrama de carga horário apresentado na Figura 4.11, ao mesmo tempo que se pode constatar que estas medidas provocam uma mudança da forma da curva.

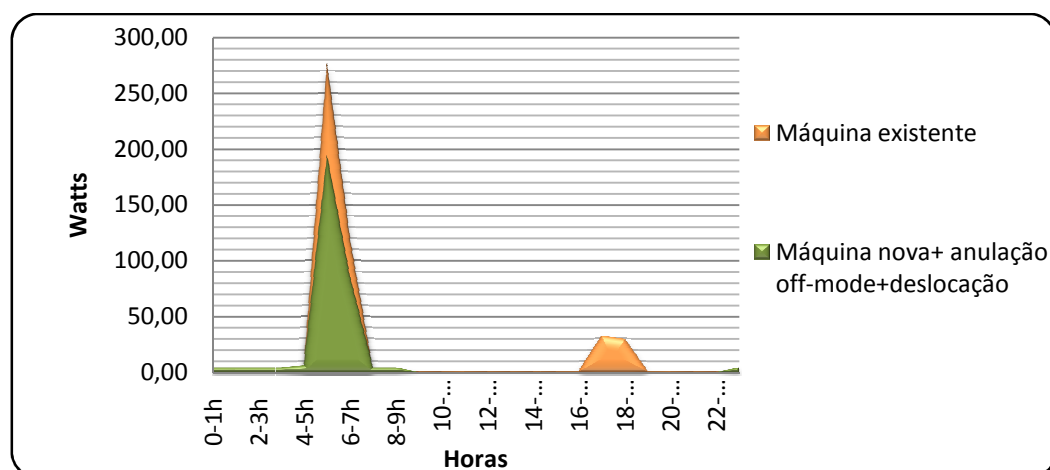


Figura 4.11 - Diagrama de carga horário resultante das medidas tomadas

### 4.3 - Fogão

Os dados foram recolhidos pelo concentrador entre o dia 14 de Novembro de 2007 (19:45 h) e o dia 22 de Outubro de 2008 (12:00), o que corresponde a aproximadamente 343 dias. A Figura 4.12 mostra o diagrama de carga horário associado ao fogão, no período de consumo referido.

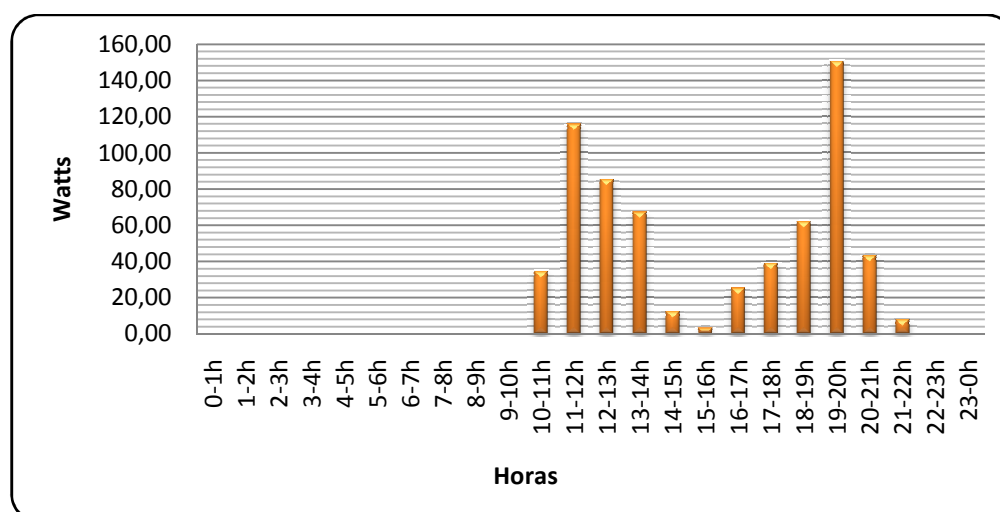


Figura 4.12 - Diagrama de carga horário do fogão (período total)

Os períodos de consumo localizam-se no intervalo das 10-22 horas. Como estes têm um horário laboral e não têm o costume de ir a casa almoçar, os consumos que se verificam no intervalo das 10-17 horas ocorreram essencialmente em dias de fim-de-semana. Nos dias de semana em que ocorreram consumos durante a semana foram causados pelos consumidores mais jovens desta habitação que se encontram a frequentar o ensino básico e que por isso têm horários de saída do estabelecimento de ensino diferentes, ao longo dos dias de semana.

A Figura 4.13 mostra a distribuição do consumo do fogão pelos dias de semana. Verifica-se um consumo de 52% em dias de fim-de-semana e um consumo de 48% em dias de semana.

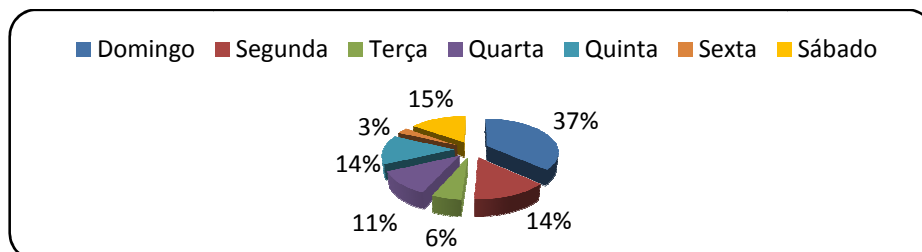


Figura 4.13 - Distribuição percentual do consumo do fogão pelos dias de semana

A Figura 4.14 representa o diagrama de carga anual do fogão. Os meses que têm uma carga nula, à excepção do mês de Agosto em que realmente não se verificaram consumos, são meses em que o concentrador não obteve medições de consumo do fogão. Consta-se que, nesta habitação, o fogão é utilizado com uma frequência equivalente ao longo do ano, devido a ter uma ocupação habitacional constante. O mês com maior utilização foi Fevereiro. Verifica-se também que a ponta máxima ocorreu num dia de semana (5ªfeira), 15 de Novembro de 2007 (19-20 horas).

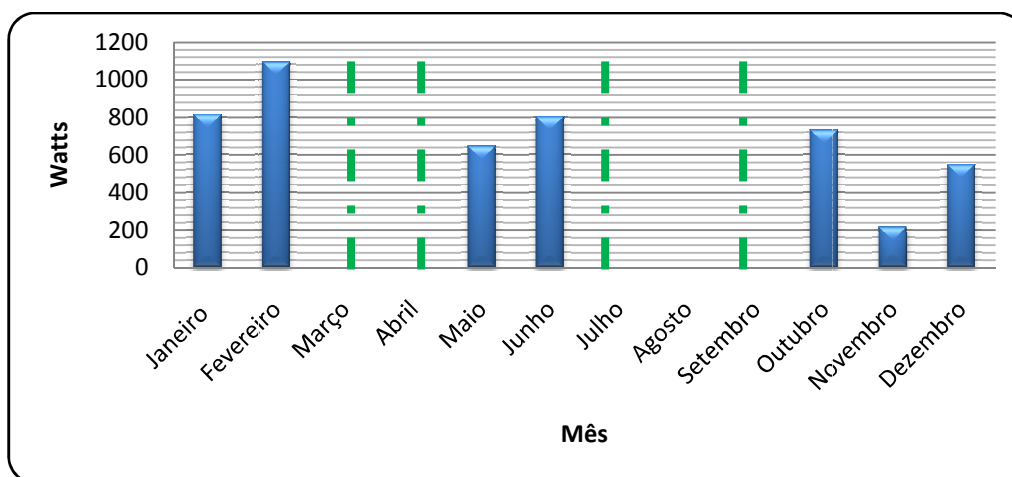


Figura4.14 - Diagrama de carga anual do fogão no período de estudo

Como o concentrador demonstrou uma eficiência na recolha de dados de 31%, o que corresponde a uma recolha de dados equivalente a 106 dias, o período de análise foi reduzido para o mês de Janeiro de 2008 onde a eficiência na recolha de dados do *iMeter* foi de 98%. Deste modo, para se estimar o consumo do fogão durante um mês e se analisar os diversos diagramas de carga, com a maior fiabilidade possível, os dados utilizados estão



compreendidos entre as 0 horas do dia 1 de Janeiro de 2008 e as 24 horas do dia 30 de Janeiro de 2008, o que corresponde a um mês. Na Tabela 4.12 verifica-se as principais características do fogão utilizada nesta habitação.

Tabela 4.12- Principais características do fogão

	Fogão
Consumo Energético (kWh/utilização)	1,6
Utilizações em média por dia	0,5
Utilizações em média por ano	180,2
consumo médio anual (kWh/ano)	290,5

Como se constata na Figura 4.15 o fogão encontra-se em utilização somente 2% do tempo. No entanto estes 2% são responsáveis pelo total de consumo do fogão.

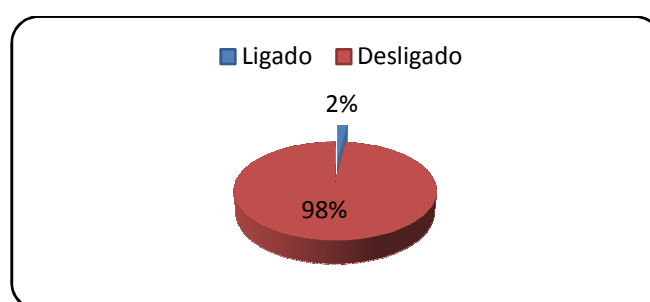


Figura 4.15 - Tempo e Consumo dos dois estados de presença do fogão

A Figura 4.16 mostra o diagrama de carga horário associado ao fogão, no período de consumo referido. Neste período estimou-se que para um consumo total de 890,91 Wh, o mesmo distribui-se em 0% em período de vazio, e em 100% em período fora de vazio, tendo em conta o ciclo diário.

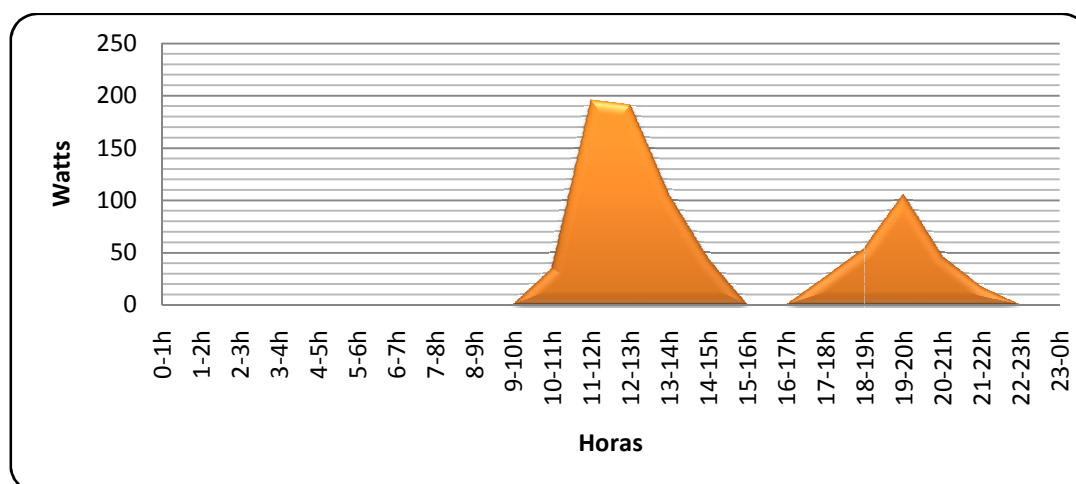


Figura 4.16 - Diagrama de carga horário do fogão do período de estudo

Tal como se tinha dito acima, os períodos de consumo localizam-se no intervalo das 10-22 horas. Como estes têm um horário laboral e não têm o costume de ir a casa almoçar, os consumos que se verificam no intervalo das 10-17 horas ocorreram essencialmente em dias de fim-de-semana. Nos dias de semana em que ocorreram consumos durante a semana foram causados pelos consumidores mais jovens desta habitação que se encontram a frequentar o ensino básico e que por isso têm horários de saída do estabelecimento de ensino diferentes, ao longo dos dias de semana. A forma da curva é idêntica à forma da curva na análise anual do consumo do fogão, o que se leva a concluir que a habitação faz um uso do fogão idêntico em todos os meses do ano.

A Figura 4.17 mostra a distribuição do consumo do fogão pelos dias de semana. Verifica-se um consumo da máquina de 53% em dias de fim-de-semana e um consumo de 47% em dias de semana.

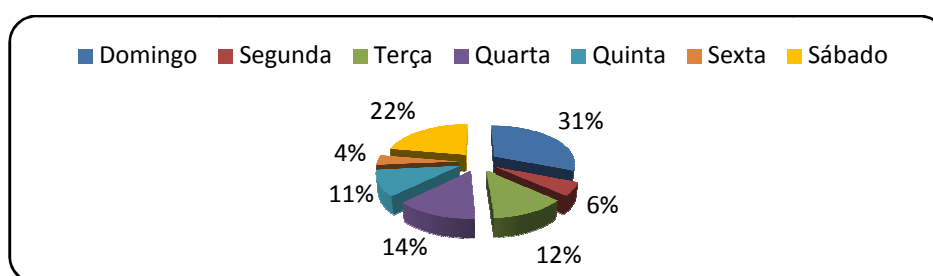


Figura 4.17 - Distribuição percentual do consumo do fogão pelos dias de semana

#### 4.3.1 - Substituição por um fogão mais eficiente

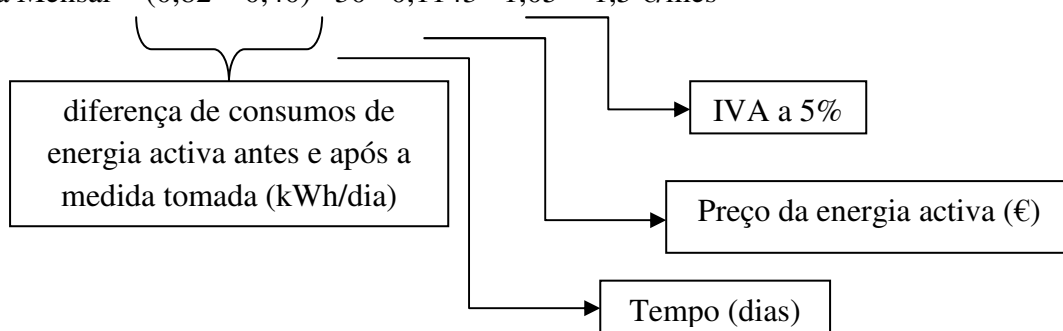
Selecionou-se para comparação um fogão de classe A de livre instalação, escolhida através do site da *European Appliance Information System* (EAIS, s.d.). Como se pode observar na Tabela 4.13, com a introdução do fogão mais eficiente, o consumo médio total de electricidade por utilização decresceu bastante (51%). No entanto, constata-se também que, a substituição do fogão por uma de classe A não é viável, por não se conseguir recuperar o investimento em 6 anos.

Tabela 4.13 - Análise do potencial de substituição do fogão

Consumo Energético do existente(kWh/utilização)	1,61
Consumo Energético do novo (kWh/ utilização)	0,79
consumo poupado (kWh/ utilização)	0,80
Preço Máximo De compra (euros)	220
Classe Energética	A
Custo Poupado (€/ano)	18
Período de Retorno (anos)	12

Apesar da implementação do fogão mais eficiente possibilitar reduzir o consumo de electricidade, não significa que a potência contratada diminua e por isso, para estimar a poupança económica alcançada não foi tida em conta a potência contratada sendo apenas considerada a redução dos custos relativos à energia activa. Como a tarifa deste consumidor é simples, a redução que ocorre na factura do período analisado do consumidor em BTN, obtém-se multiplicando o preço da energia activa total (mantém-se a mesma nos dois casos) pela diferença de energia de consumos de consumos de energia activa antes e após a aquisição do fogão mais eficiente. Assim sendo, a poupança mensal é obtida segundo a seguinte expressão (ERSE, 2007d):

$$\text{Poupança Mensal} = (0,82 - 0,40) * 30 * 0,1143 * 1,05 = 1,5 \text{ €/mês}$$



Esta Poupança mensal resulta numa poupança anual de 18 €/ano.

De modo a se poder ver se compensa ou não mudar para tarifa bi-horária, compara-se os custos correspondentes a estas tarifas para a potência contratada, neste caso, 20,7 kVA. Como verificado na Tabela 4.14, pode-se deduzir que a utilização de tarifa bi-horária não compensa mais que a tarifa simples, pois em qualquer dos cenários verifica-se uma perda financeira. Esta análise apenas teve em conta o ciclo diário. Uma análise com o ciclo semanal associado à tarifa bi-horária poderia dar resultados diferentes.

Tabela 4.14 - Tarifários para as diferentes situações

	Tarifa simples	Tarifa bi-horária (diária)
Situação Existente	33,23 €	44,93 €
Substituição da máquina	31,80 €	43,51 €

### 4.3.2 - Diagrama de Carga Resultante

A implementação da medida anterior, isto é, substituição do fogão, permite criar uma nova curva de carga horária. Analisando os consumos médios horários e os totais verifica-se que a implementação de um fogão mais eficiente reduz significativamente o consumo. Esta redução pode ser visualizada no diagrama de carga horário apresentado na Figura 4.18, ao mesmo tempo que se pode constatar que esta medida provoca uma mudança da forma da curva.

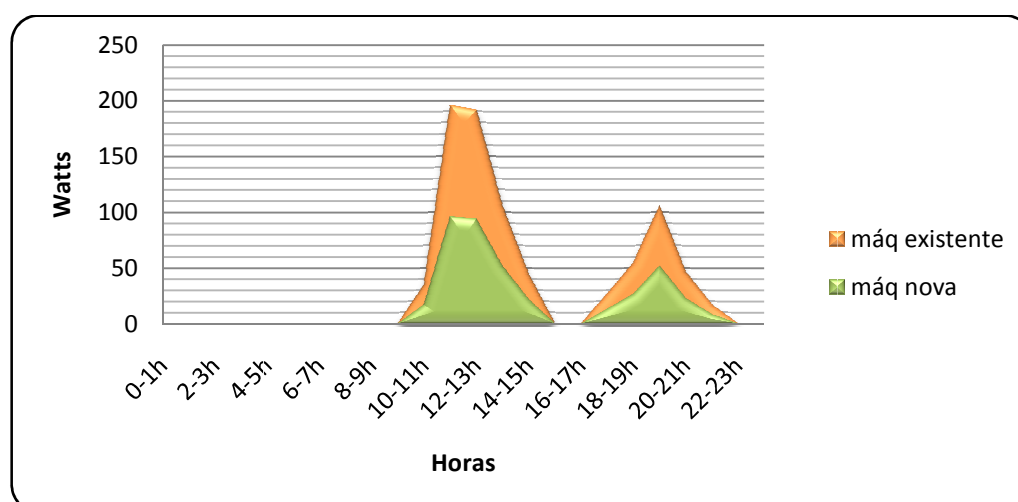


Figura 4.18 - Diagrama de carga horário resultante das medidas tomadas

## 4.4 - Televisão

Como o concentrador *iMeter* só recolheu dados entre o dia 31 de Outubro de 2007 (12:40) e o dia 1 de Fevereiro de 2008 (00:45) e demonstrou uma eficiência na recolha de dados de aproximadamente 21%, para se estimar o consumo da televisão durante um mês e se analisar os diversos diagramas de carga, com a maior fiabilidade possível, os dados utilizados estão compreendidos entre as 0 horas do dia 22 de Janeiro de 2008 e as 24 horas do dia 31 de Janeiro de 2008, o que corresponde a dez dias. Na Tabela 4.15 verifica-se as principais características da televisão utilizada nesta habitação.

Tabela 4.15- Balanços do Consumo total de electricidade e Emissões de CO2 anuais associados à televisão

	Televisão
Consumo energético (kWh/utilização)	0,52
Utilizações em média por dia	0,81
Utilizações em média por ano	294,76
Consumo médio anual - kWh/ano	154,24

Para o período referido procurou-se estimar o consumo médio da televisão existente na habitação considerada (consumo ligado e consumo *off-mode*). Como se constata na Figura 4.19 a televisão encontra-se em utilização somente 22% do tempo. No entanto, estes 22% são responsáveis por 82% do consumo da televisão.

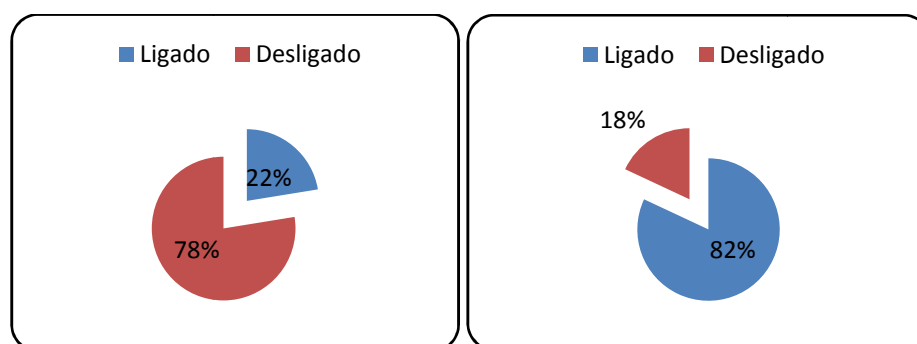


Figura 4.19 - Tempo e Consumo dos dois estados de presença da televisão

A Figura 4.20 mostra o diagrama de carga horário associado à televisão, no período de consumo referido. Neste período estimou-se que para um consumo total de 524,17 Wh, o mesmo distribui-se em 44% em período de vazio, e em 56% em período fora de vazio, tendo em conta o ciclo diário.

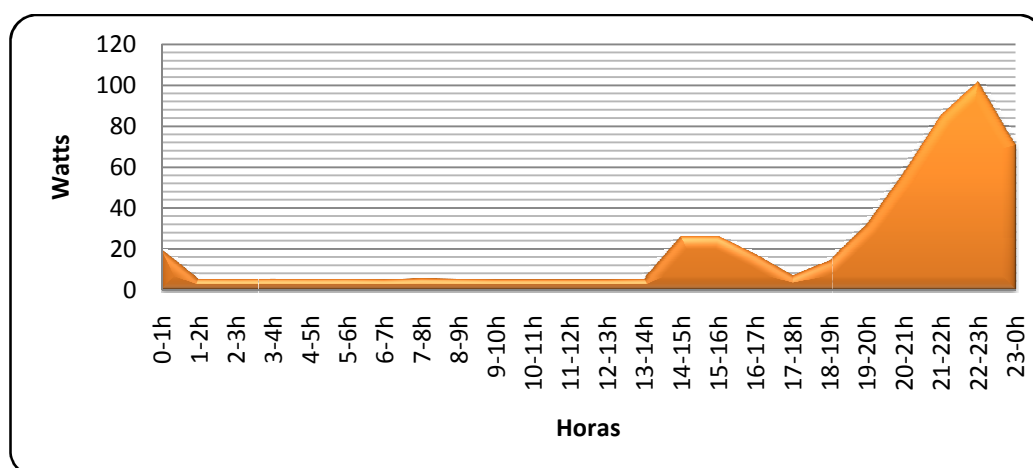


Figura 4.20 - Diagrama de carga horário da televisão

Os períodos de consumo localizam-se no intervalo das 14-1 horas. Dado que um dos moradores se encontra desempregado e a frequentar a habitação o dia todo, é normal que a televisão esteja ligada durante o dia.

A Figura 4.21 mostra a distribuição do consumo da televisão pelos dias de semana. Verifica-se um consumo da televisão de 28% em dias de fim-de-semana e um consumo 72% em dias de semana.

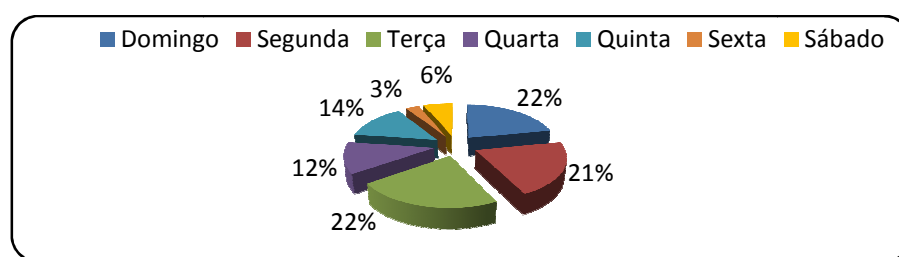


Figura 4.21 - Distribuição percentual do consumo da televisão pelos dias de semana

#### 4.4.1 - Eliminação do Consumo *Stand-by* e *off-mode*

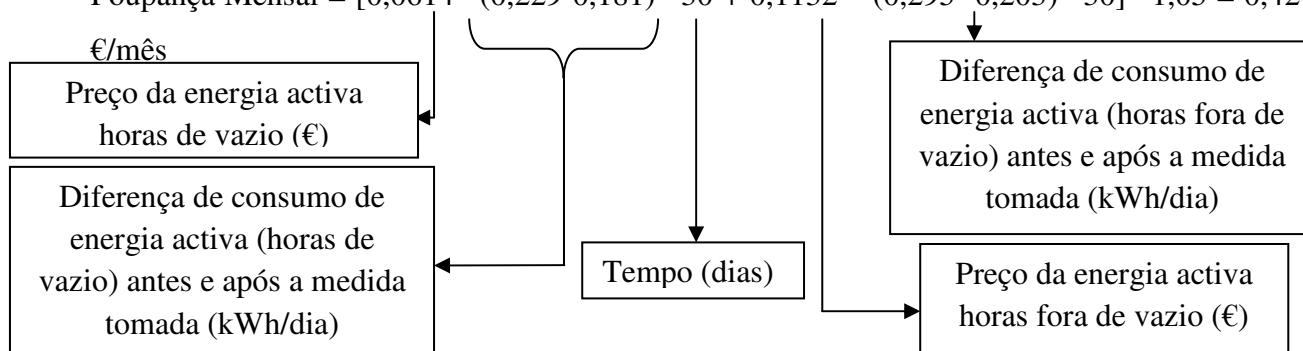
Para construir um novo diagrama de carga, tendo em conta a eliminação do consumo *stand-by* e *off-mode*, efectuou-se a afectação do consumo. Para isso, a repartição do consumo pelos diversos intervalos de hora (Tabela 4.16), foi determinado eliminando o consumo *stand-by* e *off-mode* do período de estudo da televisão. Pode-se constatar pela Tabela 4.16 que existe um considerável consumo em *stand-by* e *off-mode* que ocorre essencialmente no período da noite e da manhã.

Tabela 4.16 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado

Horas	Consumo médio (Wh) sem anulação <i>stand-by</i> e <i>off-mode</i>	Consumo médio (Wh) com anulação <i>stand-by</i> e <i>off-mode</i>	Horas	Consumo médio (Wh) sem anulação <i>stand-by</i> e <i>off-mode</i>	Consumo médio (Wh) com anulação <i>stand-by</i> e <i>off-mode</i>
0-1h	19,88	14,85	12-13h	5,00	0,00
1-2h	5,28	0,00	13-14h	5,25	0,00
2-3h	5,21	0,00	14-15h	26,10	0,00
3-4h	5,33	0,00	15-16h	26,18	20,43
4-5h	5,25	0,00	16-17h	17,28	11,55
5-6h	5,30	0,00	17-18h	6,94	0,00
6-7h	5,05	0,00	18-19h	14,28	8,31
7-8h	5,58	0,00	19-20h	31,74	27,46
8-9h	5,30	0,00	20-21h	56,98	53,38
9-10h	5,03	0,00	21-22h	85,03	82,70
10-11h	5,03	0,00	22-23h	101,65	100,28
11-12h	5,00	0,00	23-0h	70,55	66,73
<b>Totais</b>				<b>524,17</b>	<b>385,67</b>

Apesar da eliminação de consumos *stand-by* e *off-mode* ter possibilitado reduzir o consumo de electricidade, não significa que a potência contratada diminua e por isso, para estimar a poupança económica alcançada não foi tida em conta a potência contratada sendo apenas considerada a redução dos custos relativos à energia activa. Como a tarifa deste consumidor bi-horária, a redução que ocorre na factura do período analisado do consumidor em BTN, a poupança mensal é obtida segundo a seguinte expressão (ERSE, 2008c):

$$\text{Poupança Mensal} = [0,0614 * (0,229 - 0,181) * 30 + 0,1132 * (0,295 - 0,203) * 30] * 1,05 = 0,42 \text{ €/mês}$$



Esta poupança mensal resulta numa poupança anual de aproximadamente 5 €/ano

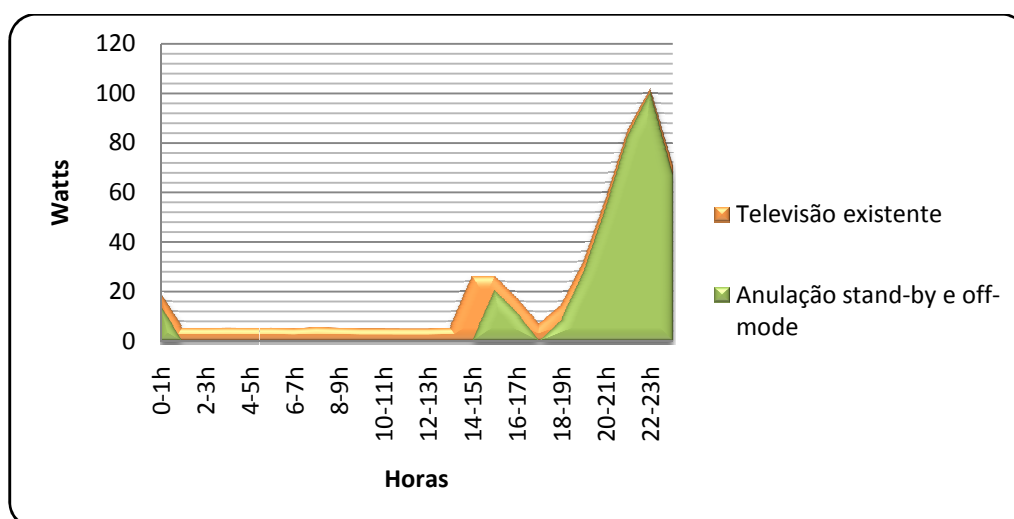
De modo a se poder ver se compensa ou não mudar para tarifa bi-horária, compara-se os custos correspondentes a estas tarifas para a potência contratada, neste caso, 10,35 kVA. Como verificado na Tabela 4.17, pode-se deduzir que a utilização de tarifa bi-horária não compensa mais que a tarifa simples, pois em qualquer dos cenários verifica-se uma perda financeira. Esta análise apenas teve em conta o ciclo diário. Uma análise com o ciclo semanal em vez do ciclo diário associado à tarifa bi-horária poderia dar resultados diferentes.

**Tabela 4.17 - Tarifários para as diferentes situações**

	Tarifa simples	Tarifa bi-horária (diária)
<b>Situação Existente</b>	17,50 €	23,41 €
<b>Anulação <i>Stand-by</i></b>	17,32 €	23,26 €
<b>Anulação <i>Stand-by</i> e <i>off-mode</i></b>	17,02 €	23,02 €

#### 4.4.2 - Diagrama de Carga Resultante

A implementação de medidas anteriores, isto é, eliminação *standby* e *off-mode*, permite criar uma nova curva de carga horária. Analisando os consumos médios horários e os totais verifica-se que a eliminação de consumos *standby* e *off-mode* da televisão reduz significativamente o consumo. Estas reduções podem ser visualizadas no diagrama de carga horário apresentado na Figura 4.22, ao mesmo tempo que se pode constatar que estas medidas provocam uma mudança da forma da curva.



**Figura 4.22 - Diagrama de carga horário resultante das medidas tomadas**



#### 4.5 - Máquina de lavar roupa

Os dados foram recolhidos pelo concentrador entre o dia 5 de Novembro de 2007 (20:15 h) e o dia 16 de Outubro de 2008 (13:40), o que corresponde a aproximadamente 316 dias. A Figura 4.23 mostra o diagrama de carga horário associado à máquina de lavar roupa, no período de consumo referido.

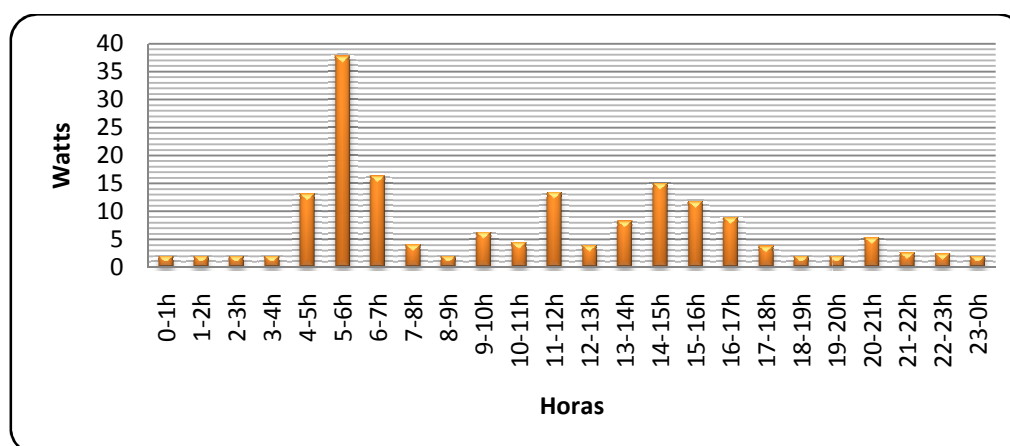


Figura 4.23 - Diagrama de carga horário da máquina de lavar roupa (período total)

Os períodos de maior consumo médio horário localizam-se nos períodos horários entre as 4-8 horas, as 9-18 horas e 20-21 horas. Apesar de esta habitação ter contador bi-horário, a utilização da máquina de lavar roupa não é feita preferencialmente segundo este regime de tarifário. A máquina de lavar roupa é posta a trabalhar das 4-8 horas em dias de semana, altura em que os consumidores desta habitação se encontram em casa. Como estes trabalham durante o dia e não têm empregada, utilizam a máquina nos períodos horários entre as 9-18 horas somente aos fins-de-semana, altura em que se encontram em casa.

A Figura 4.24 mostra a distribuição do consumo da máquina de lavar roupa pelos dias de semana. Verifica-se um consumo de 45% em dias de fim-de-semana e um consumo de 55% em dias de semana.

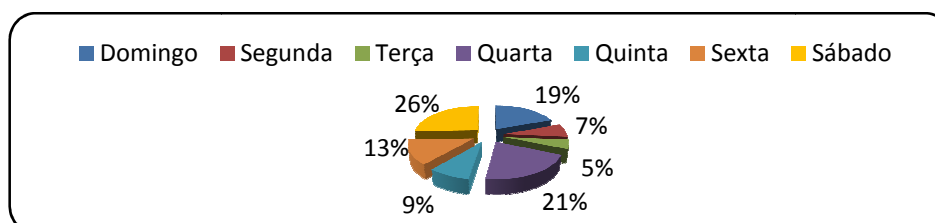


Figura 4.24- Distribuição percentual do consumo da máquina pelos dias de semana

A Figura 4.25 representa o diagrama de carga anual da máquina de lavar roupa. Os meses que têm uma carga nula, são meses em que o concentrador não obteve medições de consumo de máquina de lavar roupa. Constata-se que, nesta habitação, a máquina é utilizada com uma frequência equivalente ao longo do ano, sendo que o mês com maior utilização foi Março.

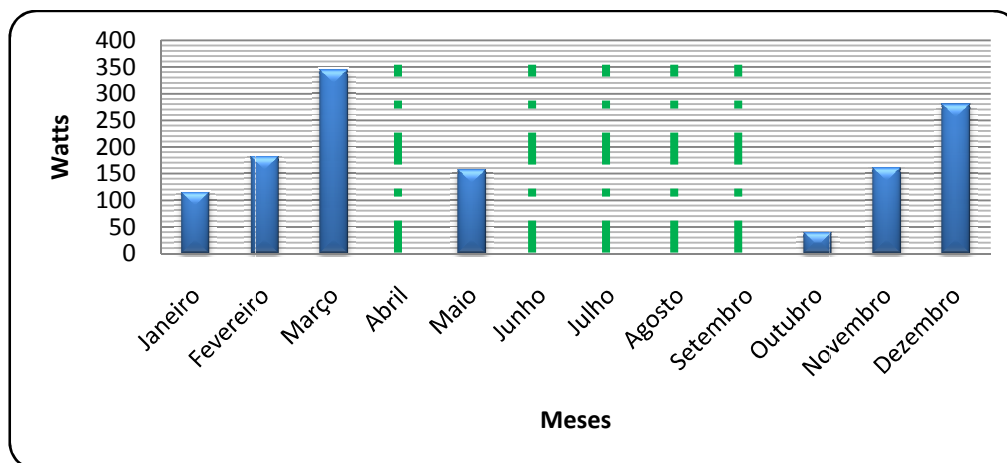


Figura 4.25 - Diagrama de carga anual da máquina no período de estudo

Como o concentrador demonstrou uma eficiência na recolha de dados de 29,3%, o que corresponde a uma recolha de dados equivalente a 93 dias, o período de análise foi reduzido para o mês de Janeiro de 2008 onde a eficiência na recolha de dados do *iMeter* foi de 97%. Deste modo, para se estimar o consumo da máquina de lavar roupa durante um mês e se analisar os diversos diagramas de carga, com a maior fiabilidade possível, os dados utilizados estão compreendidos entre as 0 horas do dia 1 de Janeiro de 2008 e as 24 horas do dia 31 de Janeiro de 2008, o que corresponde a um mês. Na Tabela 4.18 verifica-se as principais características da máquina de lavar roupa utilizada nesta habitação.

Tabela 4.18 - Principais características da máquina de lavar roupa

	Máq. roupa
consumo energético (kWh/ciclo de lavagem)	0,52
Lavagens em média por dia	0,20
Lavagens em média por ano	73,13
consumo médio anual - kWh/ano	38,34

Como se constata na Figura 4.26 a máquina encontra-se em utilização somente 1% do tempo. No entanto este 1% é responsável por 69% do consumo da máquina de roupa.

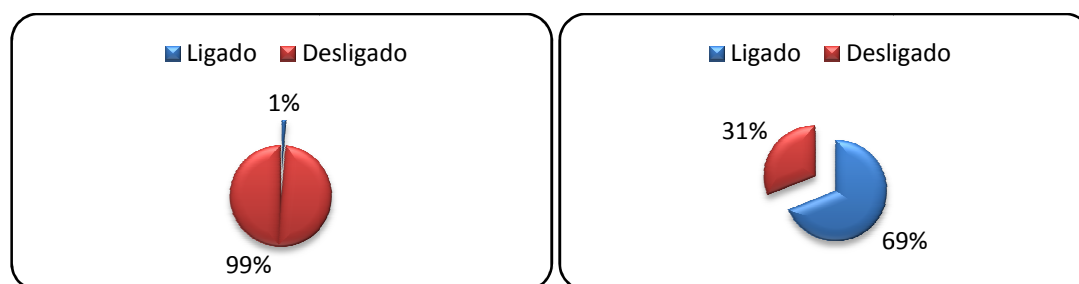


Figura 4.26 - Tempo e Consumo dos dois estados de presença da máquina

A Figura 4.27 mostra o diagrama de carga horário associado à máquina de lavar roupa, no período de consumo referido. Neste período estimou-se que para um consumo total de 139,68 Wh, o mesmo distribui-se em 47,4% em período de vazio, e em 52,6% em período fora de vazio, tendo em conta o ciclo diário.

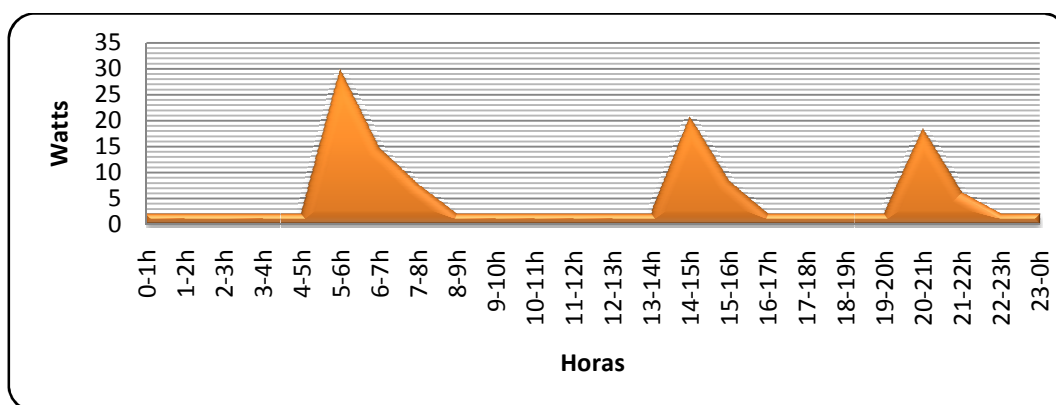


Figura 4.27 - Diagrama de carga horário da máquina de lavar roupa do período de estudo

Os períodos de maior consumo médio horário localizam-se nos períodos horários entre as 5-8 horas, as 14-16 horas e 20-22 horas. Tal como se tinha dito acima, apesar de esta habitação ter contador bi-horário, a utilização da máquina de lavar roupa não é feita preferencialmente segundo este regime de tarifário. A máquina de lavar roupa é posta a trabalhar das 5-8 horas em dias de semana, altura em que os consumidores desta habitação se encontram em casa. Como estes trabalham durante o dia e não têm empregada, utilizam a máquina nos períodos horários entre as 14-16 horas somente aos fins-de-semana, altura em que se encontram em casa.

A utilização de diferentes programas de lavagem e de várias temperaturas de aquecimento de água resulta em diferentes consumos em cada lavagem. A deslocação de consumos para períodos de vazio e o uso de baixas temperaturas de aquecimento de água provocarão certamente ganhos económicos para este consumidor.

A Figura 4.28 mostra a distribuição do consumo da máquina de lavar roupa pelos dias de semana. Verifica-se um consumo da máquina de 56% em dias de fim-de-semana e um consumo de 43% em dias de semana.

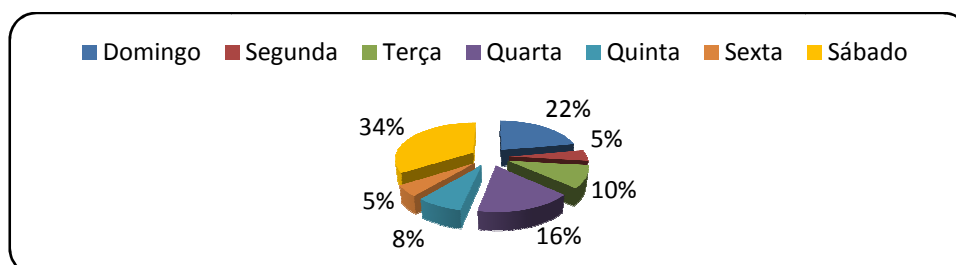


Figura 4.28 - Distribuição percentual do consumo da máquina pelos dias de semana

#### 4.5.1 - Substituição por uma máquina mais eficiente

Uma melhoria da eficiência energética de uma habitação poderá realizar-se também pela substituição de equipamentos ineficientes por outros mais eficientes. Dado que a máquina existente nesta habitação é de classe A e tem um consumo energético de aproximadamente 0,6 kWh/ciclo de lavagem, não se opta por tomar esta medida.

#### 4.5.2 - Eliminação do Consumo *off-mode*

A eliminação do consumo *off-mode* pode ser conseguida através da colocação de fichas com corte corrente nas tomadas de aparelhos com este tipo de consumos. Para construir um novo diagrama de carga, tendo em conta a eliminação do consumo *off-mode*, efectuou-se a afectação do consumo. Para isso, a repartição do consumo pelos diversos intervalos de hora (Tabela 4.19), foi determinado eliminando o consumo *off-mode* do período de estudo da máquina.

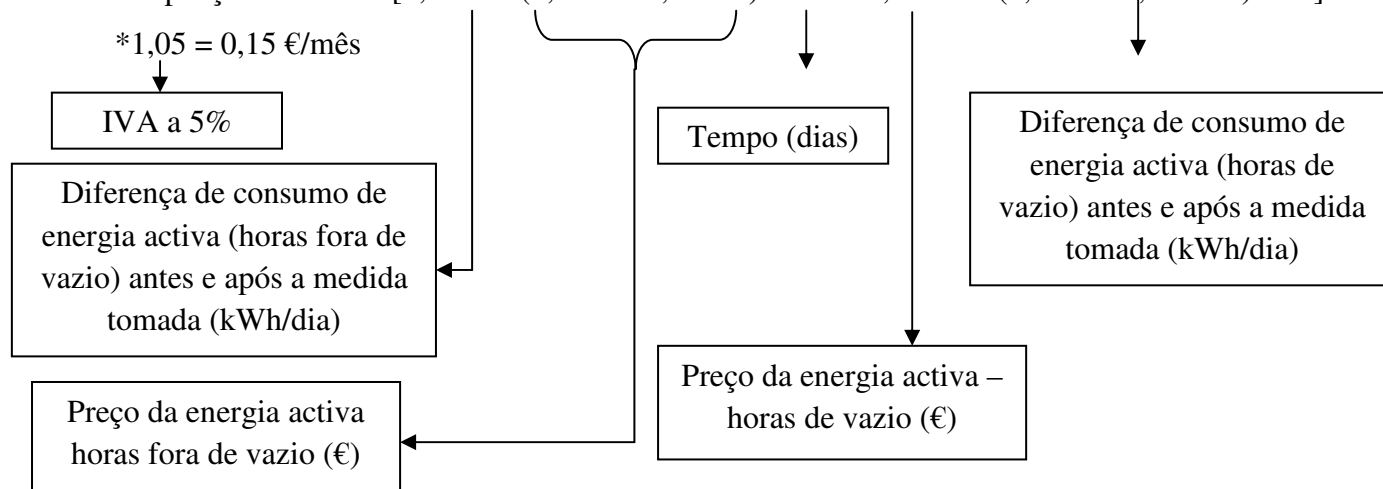
Tabela 4.19 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado

Horas	Consumo médio (Wh) sem anulação off-mode	Consumo médio (Wh) com anulação off-mode	Horas	Consumo médio (Wh) sem anulação off-mode	Consumo médio (Wh) com anulação off-mode
0-1h	2,00	0,00	12-13h	2,00	0,00
1-2h	2,00	0,00	13-14h	2,00	0,00
2-3h	2,00	0,00	14-15h	20,67	18,73
3-4h	2,00	0,00	15-16h	8,36	6,39
4-5h	2,00	0,00	16-17h	2,00	0,00
5-6h	29,77	27,93	17-18h	2,00	0,00
6-7h	14,72	12,92	18-19h	2,00	0,00
7-8h	7,66	5,71	19-20h	2,00	0,00
8-9h	2,00	0,00	20-21h	18,40	16,46
9-10h	2,00	0,00	21-22h	6,09	4,13
10-11h	2,00	0,00	22-23h	2,00	0,00
11-12h	2,00	0,00	23-0h	2,00	0,00
Totais				139,68	92,28

Apesar da anulação de consumos *off-mode* ter possibilitado reduzir o consumo de electricidade, não significa que a potência contratada diminua e por isso, para estimar a poupança económica alcançada não foi tida em conta a potência contratada sendo apenas considerada a redução dos custos relativos à energia activa. Como a tarifa deste consumidor bi-horária, a redução que ocorre na factura do período analisado do consumidor em BTN, a poupança mensal é obtida segundo a seguinte expressão (ERSE, 2007c):

$$\text{Poupança Mensal} = [0,1233 * (0,07352 - 0,04571) * 30 + 0,0663 * (0,06616 - 0,004656) * 30]$$

$$* 1,05 = 0,15 \text{ €/mês}$$



Esta poupança mensal resulta numa poupança anual de aproximadamente 1,8 €/ano.

### 4.5.3 - Deslocação de Cargas

A deslocação de consumos localizados em horas de ponta do diagrama de carga horário para horas de vazio permite uma redução das pontas. Verifica-se pelo diagrama de carga horário, que os maiores consumos médios do dia dão-se entre as 14 e as 16 horas. Assim, a afectação da curva de carga horária, mostrada na Tabela 4.20, foi efectuada deslocando os consumos da máquina neste período para períodos de vazio (madrugada).

**Tabela 4.20 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado**

Horas	Consumo (Wh) sem deslocação	Consumo (Wh) com deslocação	Horas	Consumo (Wh) sem deslocação	Consumo (Wh) com deslocação
0-1h	2,00	9,35	12-13h	2,00	0,00
1-2h	2,00	9,35	13-14h	2,00	0,00
2-3h	2,00	9,35	14-15h	20,67	0,00
3-4h	2,00	9,35	15-16h	8,36	0,00
4-5h	2,00	9,35	16-17h	2,00	0,00
5-6h	29,77	37,13	17-18h	2,00	0,00
6-7h	14,72	22,07	18-19h	2,00	0,00
7-8h	7,66	15,02	19-20h	2,00	0,00
8-9h	2,00	0,00	20-21h	18,40	0,00
9-10h	2,00	0,00	21-22h	6,09	0,00
10-11h	2,00	0,00	22-23h	2,00	9,35
11-12h	2,00	0,00	23-0h	2,00	9,35
<b>Totais</b>				139,68	139,68

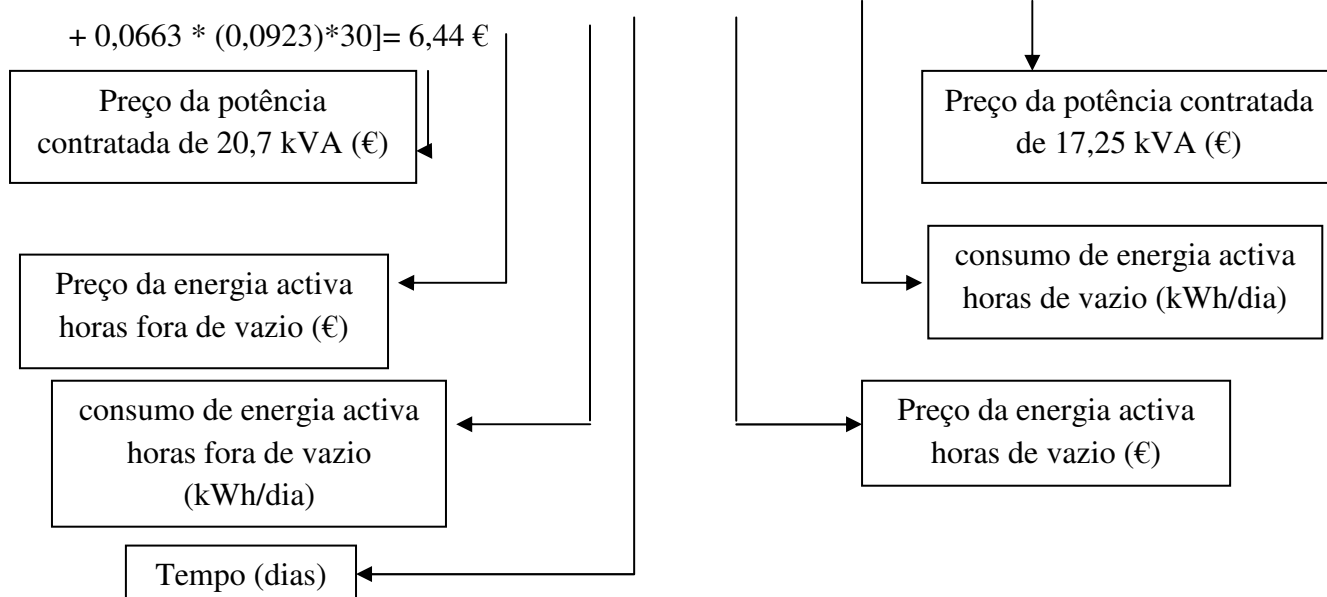
De modo a poder-se ver se compensa ou não mudar para tarifa bi-horária, compara-se os custos correspondentes a estas tarifas para a potência contratada, neste caso, 20,7 kVA. Como verificado na Tabela 4.21, pode-se deduzir que a utilização de tarifa bi-horária não compensa mais que a tarifa simples, pois em qualquer dos cenários verifica-se uma perda financeira. Esta análise apenas teve em conta o ciclo diário. Uma análise com o ciclo semanal em vez do ciclo diário associado à tarifa bi-horária poderia dar resultados diferentes.

Tabela 4.21 - Tarifários para as diferentes situações

	Tarifa simples	Tarifa bi-horária (diária)
Situação Existente	30,44 €	39,84 €
Deslocação de cargas	30,44 €	39,72 €
Anulação <i>off-mode</i>	30,27 €	39,70 €
Anulação <i>off-mode</i> +deslocação	30,27 €	39,62 €

Neste caso de deslocação de cargas de períodos de ponta para períodos de vazio é tida em conta, ao contrário do que aconteceu acima quando se substituiu a máquina da roupa por uma mais eficiente, a redução da potência contratada. Com a ocorrência das deslocações assume-se que a potência contratada diminui num escalão, ou seja, de uma potência contratada de 20,7 kVA passou a uma potência contratada de 17,25 kVA, o que consequentemente leva a uma redução na factura. A poupança económica nesta situação pode ser estimada pela seguinte expressão (ERSE, 2007c):

$$\text{Poupança Mensal} = [39,44 + 0,1233 * (0) * 30 + 0,0663 * (0,0923) * 30] - [33 + 0,1233 * (0) * 30 + 0,0663 * (0,0923) * 30] = 6,44 \text{ €}$$



Esta poupança mensal resulta numa poupança anual de aproximadamente 77,28 €/ano

#### 4.5.4 - Diagrama de Carga Resultante

A implementação de medidas anteriores, isto é, a eliminação do consumo *off-mode* e a deslocação de cargas para reduzir as pontas, permite criar uma nova curva de carga horária de modo a avaliar as possíveis poupanças. A Tabela 4.22 mostra os consumos médios horários, para um dia, da máquina nas duas situações, a primeira que expõe os consumos medidos da

máquina existente e a segunda em que expõe os consumos estimados se o consumo *off-mode* for eliminado e se se deslocar certos consumos para outros períodos.

Tabela 4.22 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado

Horas	Consumo médio (Wh) antes das medidas tomadas	Consumo médio (Wh) depois das medidas tomadas	Horas	Consumo médio (Wh) antes das medidas tomadas	Consumo médio (Wh) depois das medidas tomadas
0-1h	2,00	4,57	12-13h	2,00	0,00
1-2h	2,00	4,57	13-14h	2,00	0,00
2-3h	2,00	4,57	14-15h	20,67	0,00
3-4h	2,00	4,57	15-16h	8,36	0,00
4-5h	2,00	4,57	16-17h	2,00	0,00
5-6h	29,77	32,51	17-18h	2,00	0,00
6-7h	14,72	17,49	18-19h	2,00	0,00
7-8h	7,66	10,28	19-20h	2,00	0,00
8-9h	2,00	0,00	20-21h	18,40	0,00
9-10h	2,00	0,00	21-22h	6,09	0,00
10-11h	2,00	0,00	22-23h	2,00	4,57
11-12h	2,00	0,00	23-0h	2,00	4,57
Totais				139,68	92,28

Analisando os consumos médios horários e os totais verifica-se que a eliminação de consumo *off-mode* e a deslocação de cargas reduz significativamente o consumo. Estas reduções podem ser visualizadas no diagrama de carga horário apresentado na Figura 4.29, ao mesmo tempo que se pode constatar que estas medidas provocam uma mudança da forma da curva.

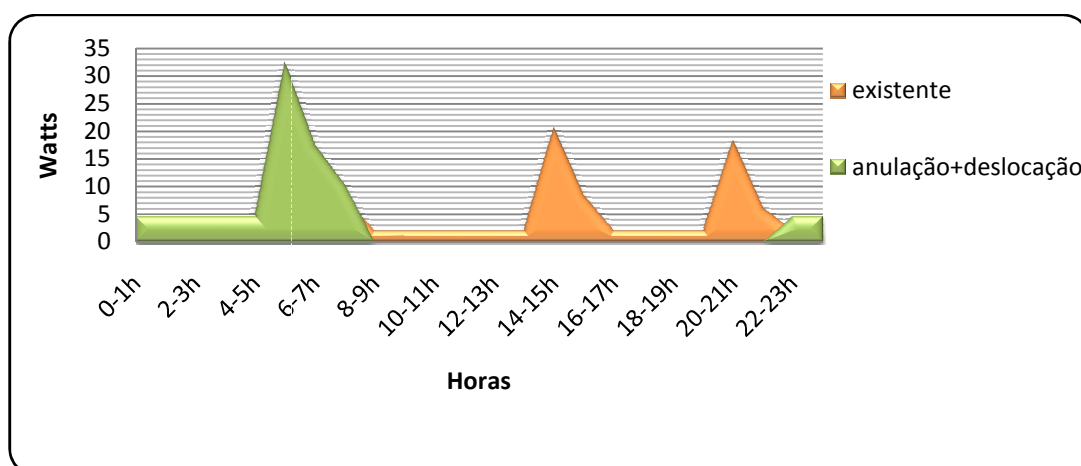


Figura 4.29 - Diagrama de carga horário resultante das medidas tomadas



#### 4.6 - Iluminação

Como o concentrador demonstrou uma eficiência na recolha de dados de aproximadamente 100%, o período de análise baseou-se nos dados recolhidos pelo concentrador entre as 0 horas do dia 12 de Setembro de 2007 (00:00 h) e as 24 horas do dia 11 de Outubro de 2007 (23:45), o que corresponde a 30 dias.

Na categoria Iluminação foram identificados 3 tipos de lâmpadas: Fluorescentes compactas, halogéneo e incandescentes. Verificou-se a predominância da utilização das lâmpadas fluorescentes compactas (económicas), representando 57% do total de lâmpadas (Figura 4.30), e uma utilização significativa de lâmpadas de Halogéneo (14%) o que significa uma melhoria ao nível da eficiência energética relativamente à utilização das lâmpadas incandescentes (29%).

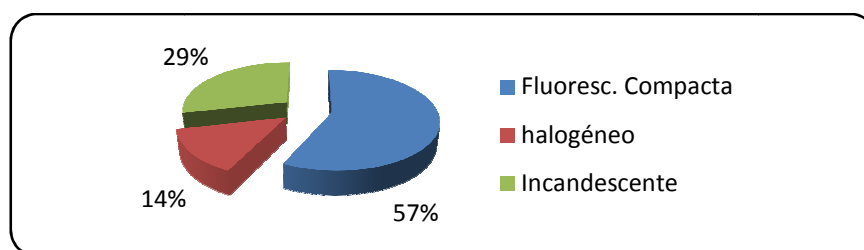


Figura 4.30 - Percentagem de presença dos vários tipos de iluminação

A potência média das lâmpadas incandescentes presentes na habitação é de 35 Watts (W), a das lâmpadas de Halogéneo é de 50W e a das lâmpadas fluorescentes compactas é de 14W. Por existir uma presença significativa de lâmpadas incandescentes, o potencial de redução de consumo pela troca por lâmpadas fluorescentes compactas, poderá ser elevado, dependendo do tempo de utilização das mesmas. Relativamente às lâmpadas de halogéneo verifica-se que também a sua presença na habitação deve-se à construção, isto é, à iluminação de Halogéneo embutida. As lâmpadas de halogéneo apresentam um consumo elevado, relativamente ao número de horas de utilização e por isso, o potencial de poupança destas lâmpadas pode ser significativo se substituídas por lâmpadas fluorescentes compactas (com consumos que inferiores às lâmpadas incandescentes e consecutivamente com menores emissões de CO<sub>2</sub>).

O potencial de poupança na categoria de iluminação pela substituição de lâmpadas incandescentes e lâmpadas de halogéneo por lâmpadas fluorescentes compactas por potência equivalente pode ser vista na Tabela 4.23. “A recomendação de substituição de lâmpadas

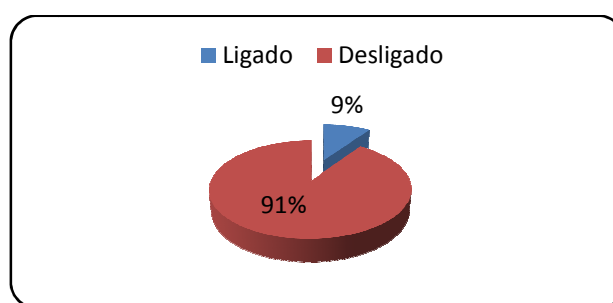
incandescentes e de halogéneo por lâmpadas fluorescentes compactas tem em consideração um período de retorno do custo da lâmpada de 5 anos, a sua eficiência energética, o tempo de utilização e o preço médio das lâmpadas no mercado” (Quercus, 2008).

**Tabela 4.23 - Substituição de lâmpadas incandescentes e de halogéneo por fluorescentes compactas**

(Fonte: Quercus, 2008)

Lâmpada incandescente	Lâmpada fluorescente compacta
30W	7W
40W	8W
Lâmpada de Halogéneo	Lâmpada fluorescente compacta
50W	11W

Como se constata na Figura 4.31 a iluminação é utilizada somente 9% do tempo. No entanto estes 9% são responsáveis por 100% do consumo.



**Figura 4.31 - Tempo dos dois estados de presença da iluminação**

Para o período referido procurou-se estimar o consumo médio da iluminação existente na habitação considerada. A Figura 4.32 mostra o diagrama de carga horário associado à iluminação, no período de consumo referido. Verifica-se que o consumo da iluminação existente nesta habitação, foi de 1,626 kW/mês o que corresponde a 19,512 kW/ano. Neste período estimou-se que para um consumo médio mensal de 1,626 kWh/mês, o mesmo distribui-se em 39% em período de vazio, e em 61% em período fora de vazio, tendo em conta o ciclo diário.

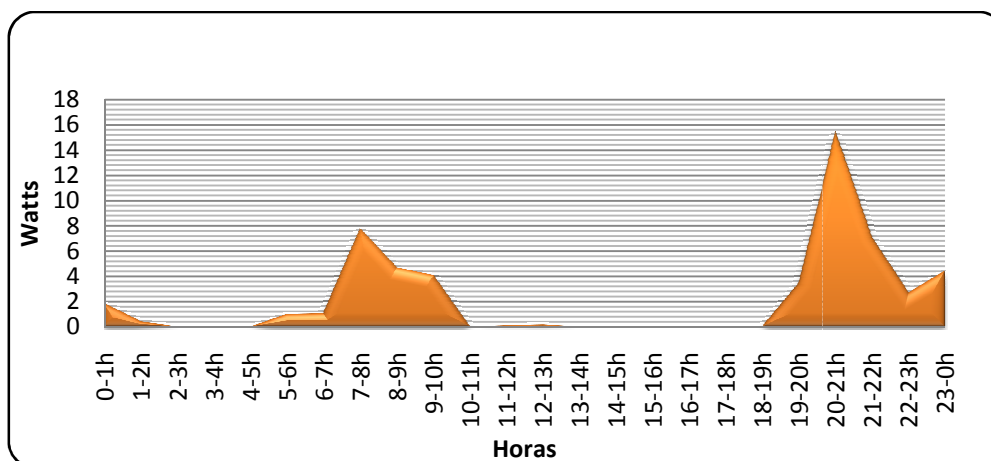


Figura 4.32 - Diagrama de carga horário da iluminação do período de estudo

Os períodos de consumo localizam-se no intervalo das 6-10 horas e das 19-1 horas, que coincidem com as horas antes dos moradores desta habitação irem trabalhar (horas antes do nascer do sol) e com as horas em que chegam a casa vindos do trabalho (noite).

A Figura 4.33 mostra a distribuição do consumo desta categoria pelos dias de semana. Verifica-se um consumo de 34% em dias de fim-de-semana e um consumo de 66% em dias de semana.

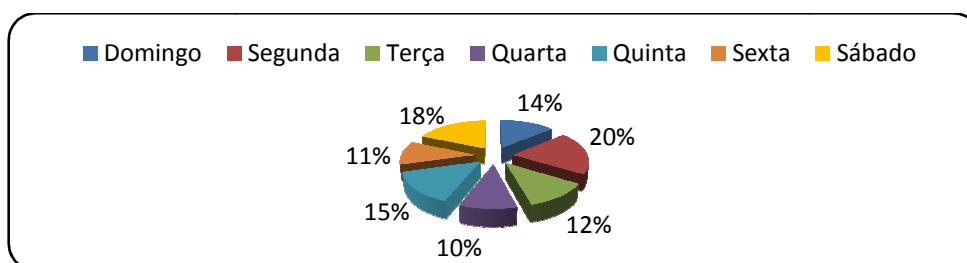


Figura 4.33 - Distribuição percentual do consumo da iluminação pelos dias de semana

#### 4.6.1 – Substituição da Iluminação

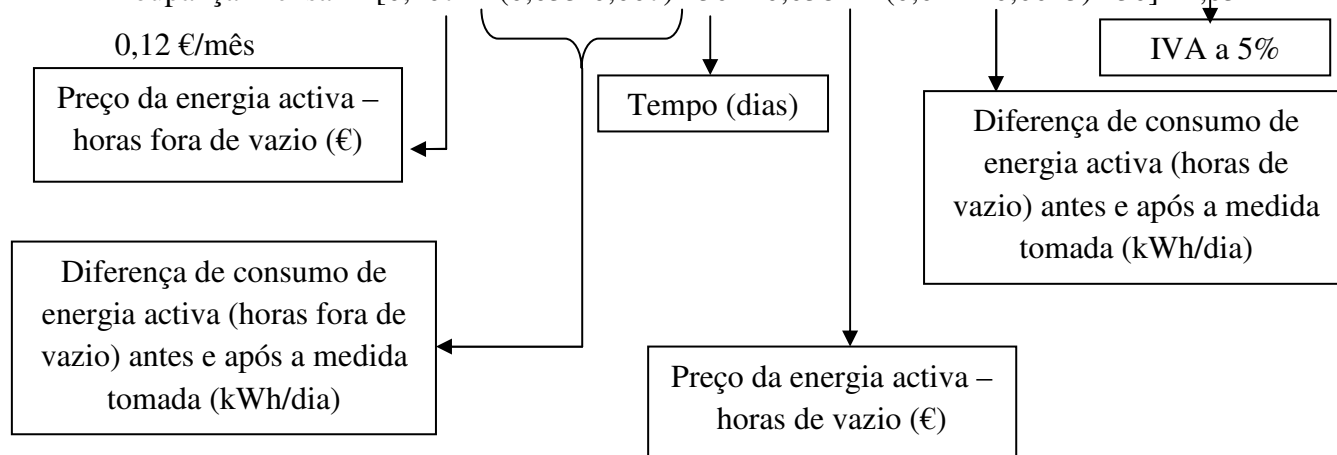
O potencial de poupança da substituição de iluminação reflecte que 79% das poupanças está relacionado com a troca das lâmpadas incandescentes e das lâmpadas de halogéneo. Isto representa um potencial significativo de redução. A afectação do consumo mostrada na tabela 4.24, tendo em conta a iluminação foi efectuada multiplicando o consumo médio verificado nos diferentes intervalos de hora da iluminação existente pelo valor relativo à percentagem do consumo total verificado com a substituição da iluminação.

Tabela 4.24 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado

Horas	Consumo médio (Wh) antes da substituição	Consumo médio (Wh) depois da substituição	Horas	Consumo médio (Wh) antes da substituição	Consumo médio (Wh) depois da substituição
0-1h	1,87	0,40	12-13h	0,18	0,04
1-2h	0,42	0,09	13-14h	0,00	0,00
2-3h	0,00	0,00	14-15h	0,00	0,00
3-4h	0,00	0,00	15-16h	0,00	0,00
4-5h	0,00	0,00	16-17h	0,00	0,00
5-6h	0,99	0,21	17-18h	0,00	0,00
6-7h	1,06	0,23	18-19h	0,00	0,00
7-8h	7,77	1,66	19-20h	3,46	0,74
8-9h	4,68	1,00	20-21h	15,46	3,31
9-10h	4,07	0,87	21-22h	7,03	1,51
10-11h	0,00	0,00	22-23h	2,70	0,58
11-12h	0,11	0,02	23-0h	4,43	0,95
Totais				54,20	11,61

Apesar da implementação da iluminação mais eficiente possibilitou reduzir o consumo de electricidade, não significa que a potência contratada diminua e por isso, para estimar a poupança económica alcançada não foi tida em conta a potência contratada sendo apenas considerada a redução dos custos relativos à energia activa. Como a tarifa deste consumidor bi-horária, a redução que ocorre na factura do período analisado do consumidor em BTN, a poupança mensal é obtida segundo a seguinte expressão (ERSE, 2007d):

$$\text{Poupança Mensal} = [0,1071 * (0,033 - 0,007) * 30 + 0,0582 * (0,0212 - 0,0045) * 30] * 1,05 = 0,12 \text{ €/mês}$$



Esta poupança mensal resulta numa poupança anual de aproximadamente 1,46 €/ano.

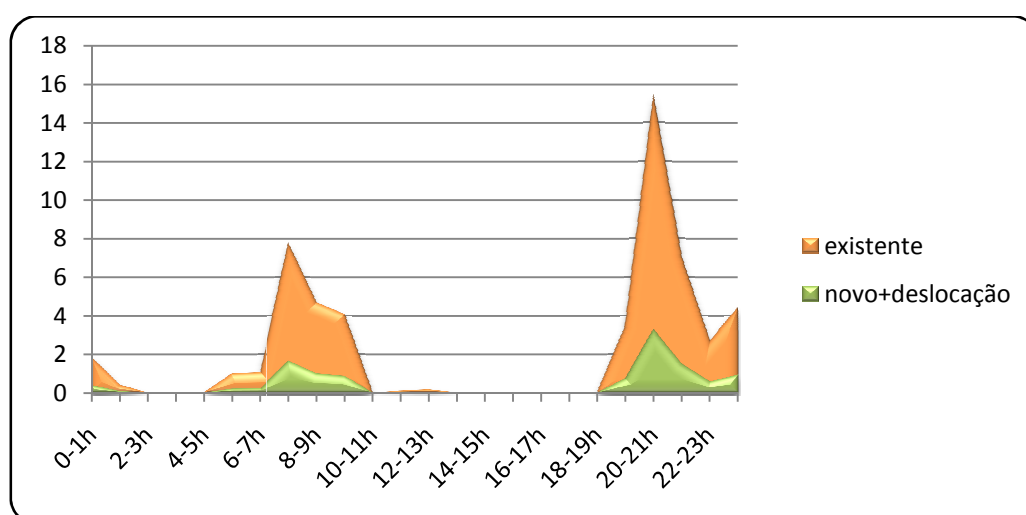
De modo a poder-se ver se compensa ou não mudar para tarifa bi-horária, compara-se os custos correspondentes a estas tarifas para a potência contratada, neste caso, 3,45 kVA. Como verificado na Tabela 4.25, pode-se deduzir que a utilização de tarifa bi-horária não compensa mais que a tarifa simples, pois em qualquer dos cenários verifica-se uma perda financeira. Esta análise apenas teve em conta o ciclo diário. Uma análise com o ciclo semanal em vez do ciclo diário associado à tarifa bi-horária poderia dar resultados diferentes.

**Tabela 4.25 - Tarifários para as diferentes situações**

	<b>Tarifa simples</b>	<b>Tarifa Bi-horária (diária)</b>
<b>Situação Existente</b>	5,74 €	8,46 €
<b>Substituição</b>	5,61 €	8,35 €

#### 4.6.2 - Diagrama de Carga Resultante

A implementação da medida anterior, isto é, substituição da iluminação, permite criar uma nova curva de carga horária de modo a avaliar as possíveis poupanças. Analisando os consumos médios horários e os totais verifica-se que a implementação de uma iluminação mais eficiente reduz significativamente o consumo. Estas reduções podem ser visualizadas no diagrama de carga horário apresentado na Figura 4.34.



**Figura 4.34 - Diagrama de carga horário resultante das medidas tomadas**

#### 4.7 - Frigorífico

Os dados foram recolhidos pelo concentrador entre o dia 7 de Dezembro de 2007 (19:55) e o dia 1 de Fevereiro de 2008 (00:10) com uma eficiência na recolha de dados de aproximadamente 91%. Para se estimar o consumo do frigorífico durante um mês e se analisar os diversos diagramas de carga, com a maior fiabilidade possível, os dados utilizados estão compreendidos entre as 0 horas do dia 1 de Janeiro de 2008 e as 24 horas do dia 31 de Janeiro de 2008, o que corresponde a 1 mês.

A Figura 4.35 mostra o diagrama de carga horário associado ao frigorífico, no período de consumo referido. Neste período estimou-se que para um consumo total de 1064,24 Wh, correspondendo a 31 dias de uso efectivo, o mesmo distribui-se em 37% em período de vazio, e em 63% em período fora de vazio, tendo em conta o ciclo diário.

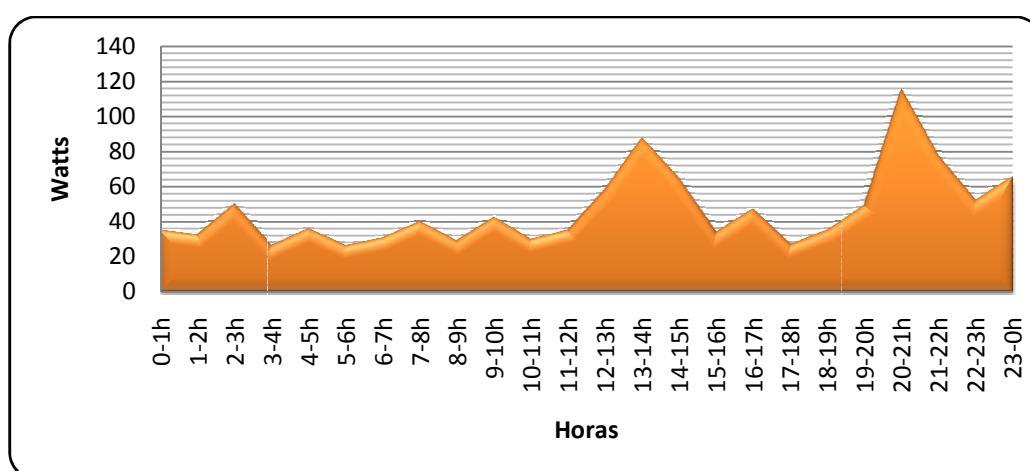


Figura 4.35 - Diagrama de carga horário do frigorífico do período de estudo

Os períodos de maior consumo localizam-se em períodos de refeições, ou seja, 13-15 horas e das 20-22 horas. Estes maiores consumos estão relacionados com as aberturas das portas do frigorífico e colocação de novos alimentos no frigorífico.

A Figura 4.36 mostra a distribuição do consumo do frigorífico pelos dias de semana. Verifica-se um consumo do frigorífico de 39% em dias de fim-de-semana e um consumo 61% em dias de semana.

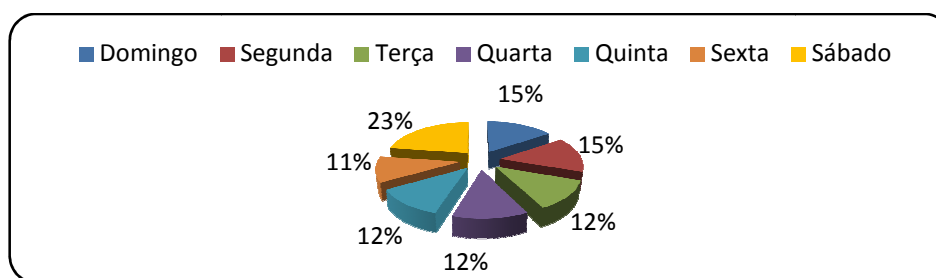


Figura 4.36 - Distribuição percentual do consumo do frigorífico pelos dias de semana

#### 4.7.1 - Substituição do frigorífico

Seleccionou-se para comparação um frigorífico de classe A de livre instalação, por ser o modelo mais presente nas famílias, escolhido através do site TopTen (Quercus, 2007). Como se pode observar na Tabela 4.26, com a introdução de um frigorífico mais eficiente, o consumo médio total de electricidade por ciclo de lavagem decresceu bastante (28%). No entanto, constata-se também que a substituição do frigorífico por um de classe A não é viável, por não se conseguir recuperar o investimento em 6 anos.

Tabela 4.26 - Análise do potencial de substituição do frigorífico

Consumo Energético do existente(kWh/ano)	385,72
Consumo Energético do novo (kWh/ano)	281
consumo poupado (kWh/ano)	104,72
Preço Máximo De compra (euros)	710
Classe Energética	A
Custo Poupado (€/ano)	1,07
Período de Retorno (anos)	55

A afectação do consumo mostrada na Tabela 4.27, tendo em conta a substituição do frigorífico foi efectuada multiplicando o consumo médio verificado nos diferentes intervalos de hora da máquina existente pelo valor relativo à percentagem do consumo total verificado com a substituição do frigorífico.

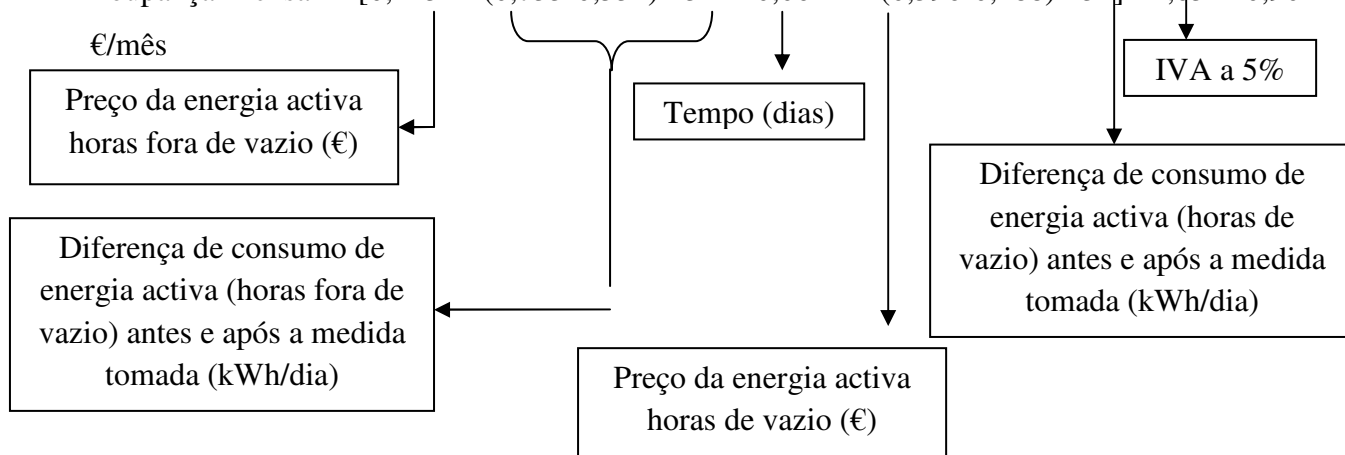
**Tabela 4.27 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado**

Horas	Consumo médio (Wh) antes da substituição	Consumo médio (Wh) depois da substituição	Horas	Consumo médio (Wh) antes da substituição	Consumo médio (Wh) depois da substituição
0-1h	35,28	25,70	12-13h	58,32	42,49
1-2h	32,64	23,78	13-14h	87,77	63,94
2-3h	50,24	36,60	14-15h	64,53	47,01
3-4h	26,50	19,31	15-16h	34,22	24,93
4-5h	36,06	26,27	16-17h	47,35	34,49
5-6h	26,43	19,25	17-18h	27,13	19,77
6-7h	30,79	22,43	18-19h	35,25	25,68
7-8h	40,14	29,24	19-20h	49,17	35,82
8-9h	29,23	21,29	20-21h	115,63	84,23
9-10h	42,60	31,03	21-22h	77,49	56,45
10-11h	30,03	21,87	22-23h	52,28	38,09
11-12h	35,18	25,63	23-0h	65,76	47,91
Totais				1064,24	775,30

Apesar da implementação do frigorífico mais eficiente possibilitar reduzir o consumo de electricidade, não significa que a potência contratada diminua e por isso, para estimar a poupança económica alcançada não foi tida em conta a potência contratada sendo apenas considerada a redução dos custos relativos à energia activa. Como a tarifa deste consumidor bi-horária, a redução que ocorre na factura do período analisado do consumidor em BTN, a poupança mensal é obtida segundo a seguinte expressão (ERSE, 2007c):

$$\text{Poupança Mensal} = [0,1132 * (0,733 - 0,534) * 31 + 0,0614 * (0,396 - 0,288) * 31] * 1,05 = 0,90$$

€/mês



Esta poupança mensal resulta numa poupança anual de aproximadamente 11,4 €/ano.



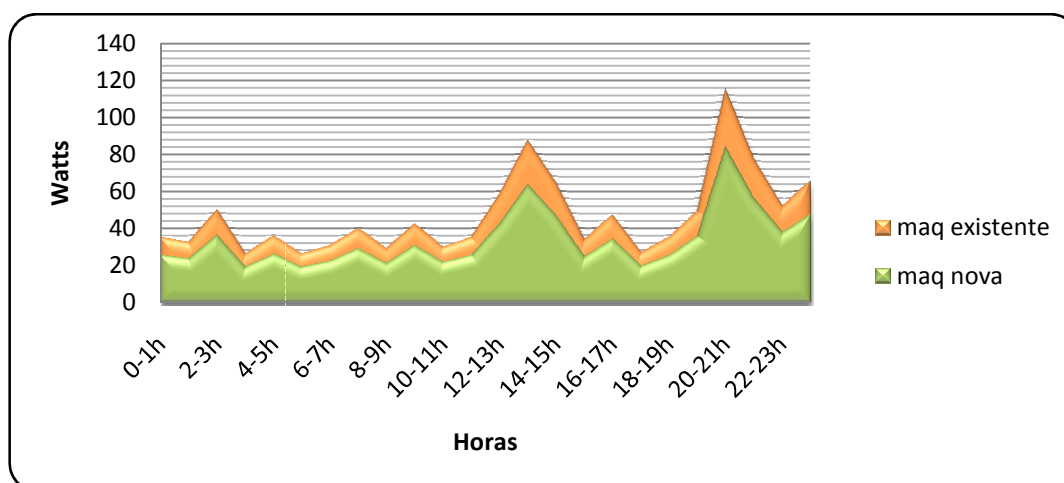
De modo a poder-se ver se compensa ou não mudar para tarifa bi-horária, compara-se os custos correspondentes a estas tarifas para a potência contratada, neste caso, 3,45 kVA. Como verificado na Tabela 4.28, pode-se deduzir que a utilização de tarifa bi-horária não compensa mais que a tarifa simples, pois em qualquer dos cenários verifica-se uma perda financeira. Esta análise apenas teve em conta o ciclo diário. Uma análise com o ciclo semanal associado à tarifa bi-horária poderia dar resultados diferentes.

**Tabela 4.28 - Tarifários para as diferentes situações**

	Tarifa simples	Tarifa bi-horária (diária)
Situação Existente	9,39 €	11,54 €
Substituição da máquina	8,40 €	10,67 €

#### 4.7.2 - Diagrama de Carga Resultante

Analisando os consumos médios horários e os totais verifica-se que a implementação de um frigorífico mais eficiente reduz significativamente o consumo. Estas reduções podem ser visualizadas Figura 4.37 e, ao mesmo tempo que se pode constatar uma mudança da forma da curva.



**Figura 4.37 - Diagrama de carga horária resultante das medidas tomadas**

#### 4.8 - Arca

Os dados foram recolhidos pelo concentrador entre o dia 17 de Setembro de 2007 (15:00) e o dia 4 de Dezembro de 2008 (13:15) com uma eficiência na recolha de dados de aproximadamente 69%. Para se estimar o consumo da arca durante um mês e se analisar os diversos diagramas de carga, com a maior fiabilidade possível, os dados utilizados estão

compreendidos entre as 0 horas do dia 1 de Novembro de 2008 e as 24 horas do dia 30 de Novembro de 2008, o que corresponde a 1 mês, e a uma eficiência de 100%.

A Figura 4.38 mostra o diagrama de carga horário associado à arca no período de consumo de 24 horas. Neste período estimou-se que para um consumo total de 1869,41 Wh, correspondendo a 30 dias de uso efectivo, o mesmo distribui-se em 38% em período de vazio, e em 62% em período fora de vazio, tendo em conta o ciclo diário.

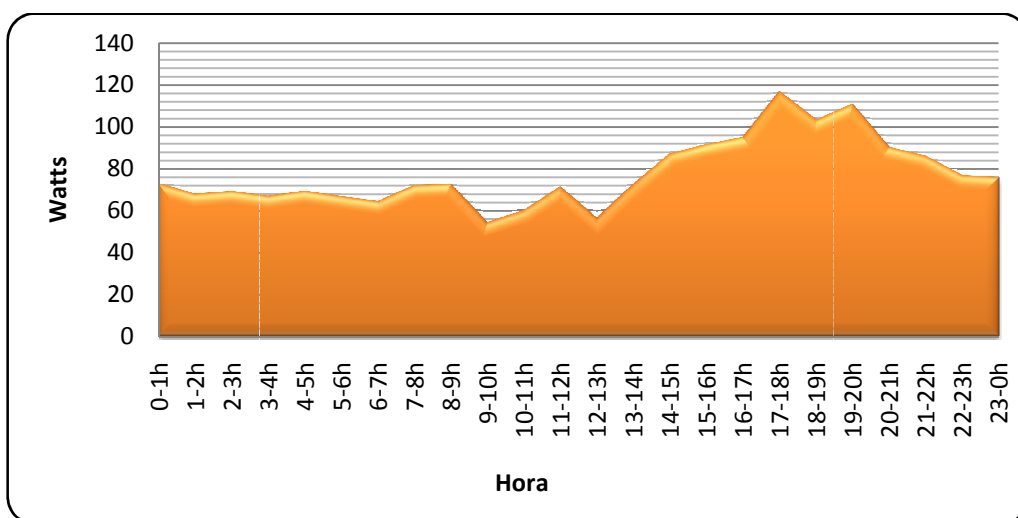


Figura 4.38 - Diagrama de carga horário da arca (período total)

Verifica-se um consumo constante ao longo do tempo, sendo que os períodos de maior consumo localizam-se das 14-22h, devido ao facto de existirem moradores reformados em casa o dia todo,

A Figura 4.39 mostra a distribuição do consumo da arca pelos dias de semana. Verifica-se um consumo da arca de 36% em dias de fim-de-semana e um consumo mais uniforme, à excepção da 6ª feira em dias de semana.

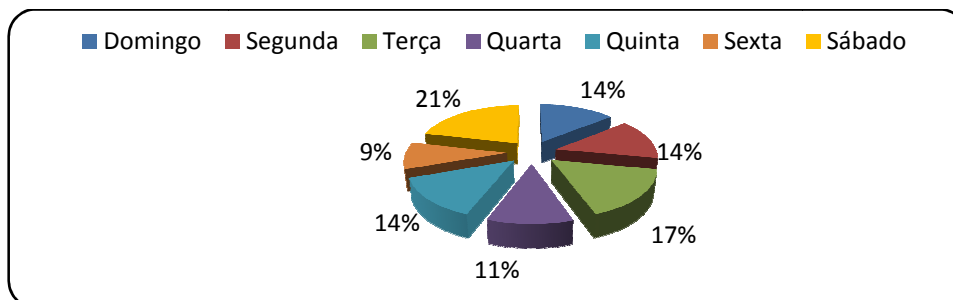


Figura 4.39 - Distribuição percentual do consumo da arca pelos dias de semana

### 4.8.1 - Substituição da Arca

Seleccionou-se para comparação uma máquina de classe A de livre instalação, por ser o modelo mais presente nas famílias, escolhida através do site *European Appliance Information System* (EAIS, s.d.). Como se pode observar na Tabela 4.29, com a introdução da arca mais eficiente, o consumo médio total de electricidade por ano decresceu bastante (69%) No entanto, constata-se também que, a substituição da arca por uma de classe A não é viável, por não se conseguir recuperar o investimento em 6 anos.

**Tabela 4.29 - Análise do potencial de substituição da arca**

<b>Consumo Energético do existente(kWh/ano)</b>	<b>672,84</b>
<b>Consumo Energético do novo (kWh/ano)</b>	208,524
<b>Consumo poupado (kWh/ano)</b>	464,31
<b>Preço Máximo De compra (euros)</b>	615,99
<b>Classe Energética</b>	A
<b>Custo Poupado (€/ano)</b>	4,35
<b>Período de Retorno (anos)</b>	12

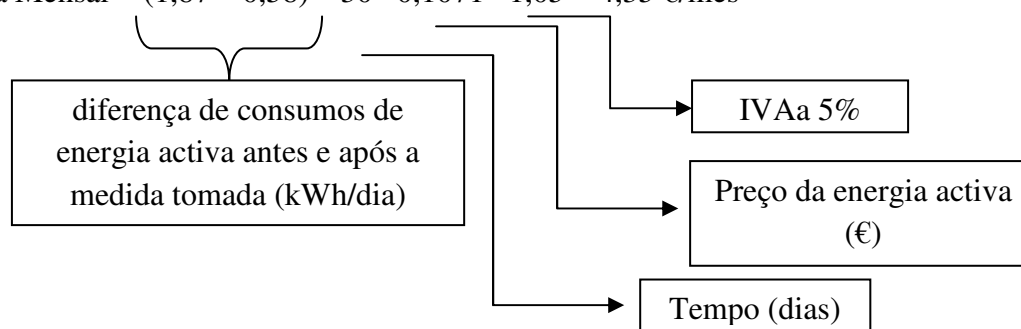
A afectação do consumo mostrada na Tabela 4.30, tendo em conta a substituição da arca foi efectuada multiplicando o consumo médio verificado nos diferentes intervalos de hora da máquina existente pelo valor relativo à percentagem do consumo total verificado com a substituição da máquina.

Tabela 4.30- Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado

Horas	Consumo médio (Wh) antes da substituição	Consumo médio (Wh) depois da substituição	Horas	Consumo médio (Wh) antes da substituição	Consumo médio (Wh) depois da substituição
0-1h	73,00	22,62	12-13h	56,49	17,51
1-2h	67,92	21,05	13-14h	72,48	22,46
2-3h	69,19	21,44	14-15h	86,98	26,96
3-4h	66,92	20,74	15-16h	91,44	28,34
4-5h	69,30	21,48	16-17h	94,85	29,40
5-6h	66,76	20,69	17-18h	116,83	36,21
6-7h	64,37	19,95	18-19h	103,22	31,99
7-8h	71,90	22,28	19-20h	110,73	34,32
8-9h	72,63	22,51	20-21h	90,13	27,93
9-10h	54,38	16,85	21-22h	85,94	26,63
10-11h	60,07	18,62	22-23h	76,76	23,79
11-12h	71,36	22,12	23-0h	75,78	23,48
<b>Totais</b>	<b>1869,41</b>			<b>579,36</b>	

Apesar da implementação da arca mais eficiente possibilitar reduzir o consumo de electricidade, não significa que a potência contratada diminua e por isso, para estimar a poupança económica alcançada não foi tida em conta a potência contratada sendo apenas considerada a redução dos custos relativos à energia activa. Como a tarifa deste consumidor é simples, a redução que ocorre na factura do período analisado do consumidor em BTN, obtém-se multiplicando o preço da energia activa total (mantém-se a mesma nos dois casos) pela diferença de energia de consumos de consumos de energia activa antes e após a aquisição da máquina mais eficiente. Assim sendo, a poupança é obtida segundo a seguinte expressão (ERSE, 2007d):

$$\text{Poupança Mensal} = (1,87 - 0,58) * 30 * 0,1071 * 1,05 = 4,35 \text{ €/mês}$$



Esta Poupança mensal resulta numa poupança anual de 12 €/ano.

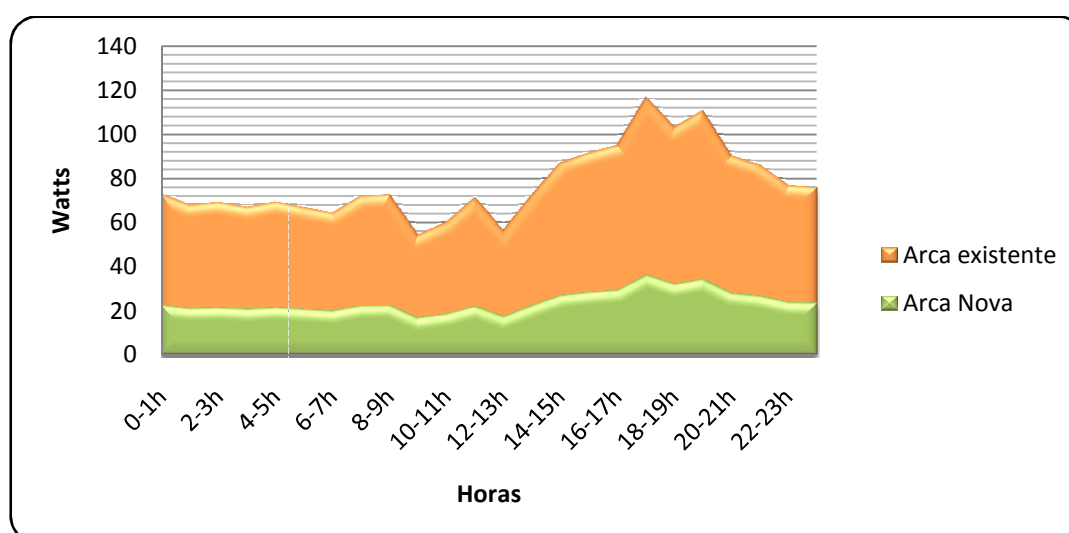
De modo a poder-se ver se compensa ou não mudar para tarifa bi-horária, compara-se os custos correspondentes a estas tarifas para a potência contratada, neste caso, 10,35 kVA. Como verificado na Tabela 4.31, pode-se deduzir que a utilização de tarifa bi-horária não compensa mais que a tarifa simples, pois em qualquer dos cenários verifica-se uma perda financeira. Esta análise apenas teve em conta o ciclo diário. Uma análise com o ciclo semanal em vez do ciclo diário associado à tarifa bi-horária poderia dar resultados diferentes.

**Tabela 4.31 - Tarifários para as diferentes situações**

	Tarifa simples	Tarifa bi-horária (diária)
Situação Existente	22,69 €	26,58 €
Substituição da máquina	18,54 €	23,14 €

#### 4.8.2 - Diagrama de Carga Resultante

Analisando os consumos médios horários e os totais verifica-se que a implementação de uma arca mais eficiente reduz significativamente o consumo. Estas reduções podem ser visualizadas na Figura 4.40, ao mesmo tempo que se pode constatar uma mudança da forma da curva.



**Tabela 4.40 - Diagrama de Carga Horário Resultante das medidas tomadas**

#### 4.9 - Ar Condicionado

Os dados foram recolhidos pelo concentrador entre o dia 31 de Outubro de 2007 (19:45) e o dia 8 de Setembro de 2008 (00:25 h) e o, o que corresponde a aproximadamente 313 dias. A Figura 4.41 mostra o diagrama de carga horário associado ao ar condicionado, no período de consumo referido.

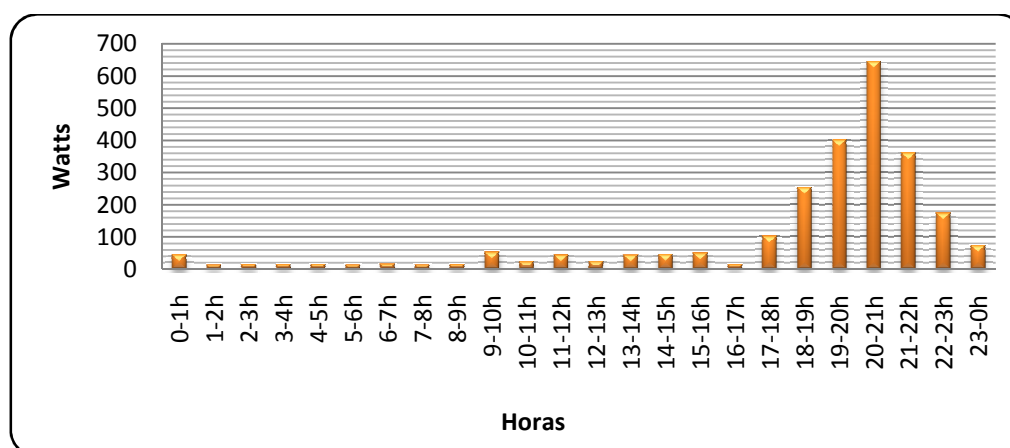


Figura 4.41 - Diagrama de carga horário do ar condicionado (período total)

Os períodos de consumo médio horário localizam-se no período horário das 16-0 horas. O ar condicionado é posto a trabalhar das 16-0 horas maioritariamente em dias de semana, altura em que os consumidores desta habitação estão em casa. Como estes trabalham durante o dia e não têm empregada, utilizam o ar condicionado nos períodos horários até as 18h somente aos fins-de-semana, altura em que se encontram em casa. Verifica-se também que o uso do ar condicionado é maior nos meses de maior necessidade de aquecimento.

A Figura 4.42 mostra a distribuição do consumo do ar condicionado pelos dias de semana. Verifica-se um consumo de 21% em dias de fim-de-semana e um consumo de 79% em dias de semana.

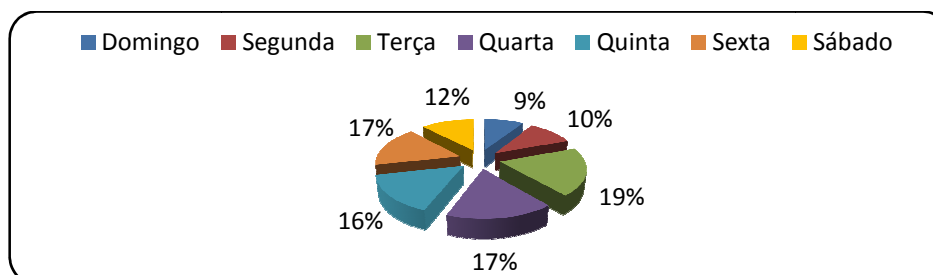


Figura 4.42- Distribuição percentual do consumo do ar condicionado pelos dias de semana

A Figura 4.43 representa o diagrama de carga anual do ar condicionado. Os meses que têm uma carga nula, são meses em que o concentrador não obteve medições de consumo. Consta-se nesta habitação que o ar condicionado é utilizado com uma frequência maior em Dezembro. Verifica-se que a ponta máxima ocorreu num dia de semana, 29 de Dezembro de 2007 (22-23 horas).

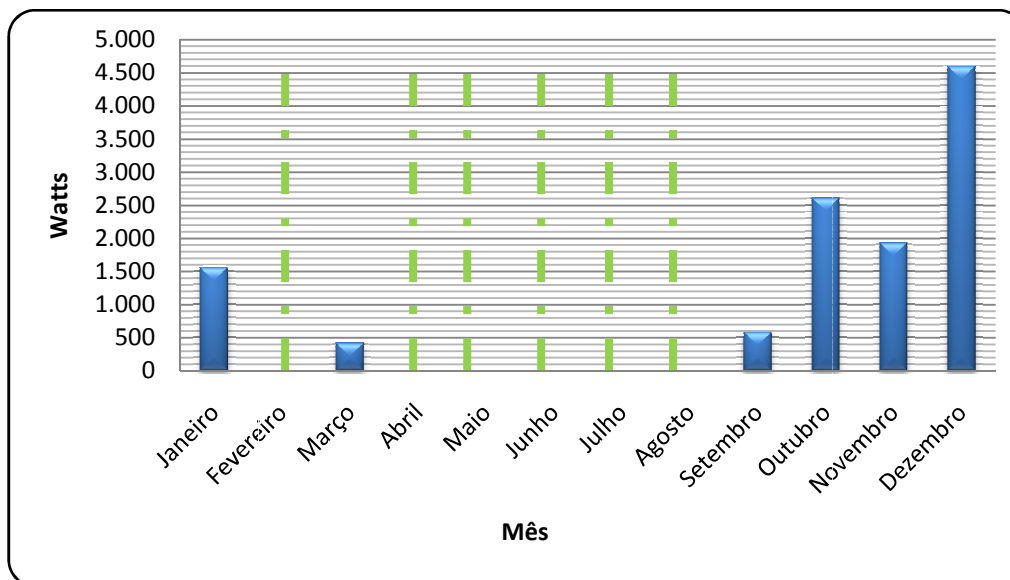


Figura 4.43 - Diagrama de carga anual do ar condicionado no período de estudo

Como o concentrador demonstrou uma eficiência na recolha de dados de 10%, o que corresponde a uma recolha de dados equivalente a 32 dias, para se estimar o consumo do ar condicionado durante um mês e se analisar os diversos diagramas de carga, com a maior fiabilidade possível o período de análise baseou-se nos dados recolhidos pelo concentrador entre as 0 horas do dia 1 de Novembro de 2007 e as 24 horas do dia 8 de Novembro de 2007, o que corresponde a 8 dias, onde a eficiência na recolha de dados do *iMeter* foi de 99%. Na Tabela 4.32 verifica-se as principais características da máquina utilizada nesta habitação.

Tabela 4.32 - Principais características do ar condicionado

	Ar Condicionado
Consumo Energético (kWh/utilização)	2,12
Utilizações em média por dia	0,75
Utilizações em média por ano	275,54
Consumo médio anual (kWh/ano)	584,31

A Figura 4.44 mostra o diagrama de carga horário associado ao ar condicionado, no período de consumo referido. Neste período estimou-se que para um consumo total de 1600,55 Wh, o

mesmo distribui-se em 1% em período de vazio, e 99% em período fora de vazio, tendo em conta o ciclo diário.

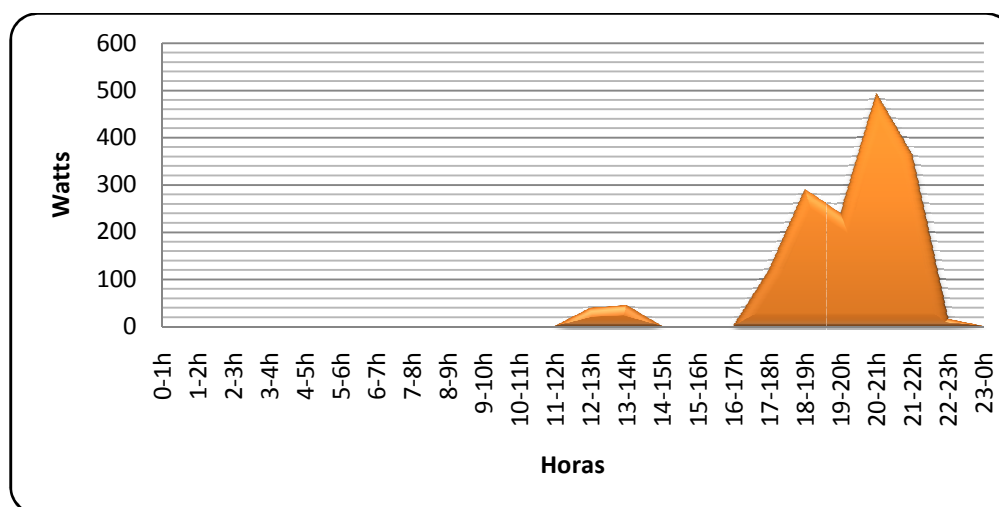


Figura 4.44 - Diagrama de carga horário do ar condicionado do período de estudo

Tal como se tinha dito na análise anual, os períodos de consumo médio horário localizam-se no período horário das 16-22 horas. O consumo no período 12-14 horas diz respeito ao consumo de um dia apenas (6ªfeira). O ar condicionado é posto a trabalhar das 16-0 horas maioritariamente em dias de semana, altura em que os consumidores desta habitação estão em casa. Como estes trabalham durante o dia e não têm empregada, utilizam a máquina nos períodos horários até as 18h somente aos fins-de-semana, altura em que se encontram em casa.

A Figura 4.45 mostra a distribuição do consumo do ar condicionado pelos dias de semana. Verifica-se um consumo do ar condicionado de 21% em dias de fim-de-semana e um consumo de 79% em dias de semana.

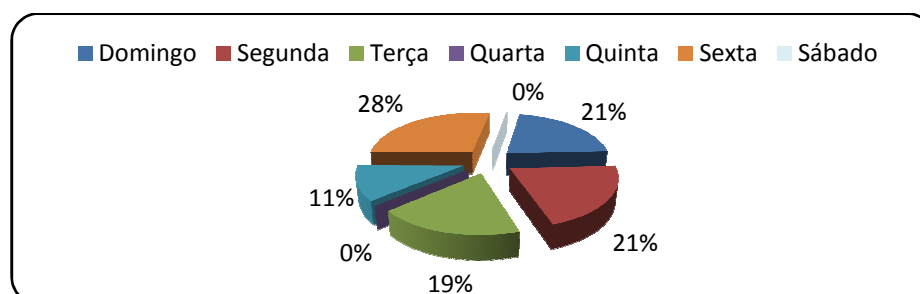


Figura 4.45 - Distribuição percentual do consumo da máquina pelos dias de semana



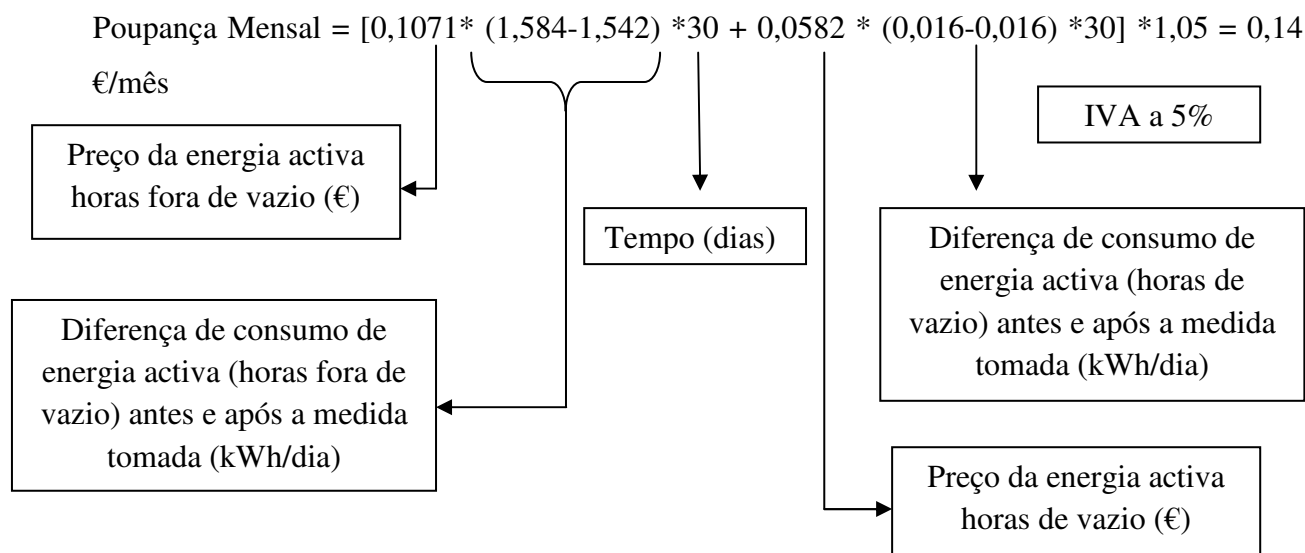
#### 4.9.1 - Eliminação do consumo *Stand-by*

Para construir um novo diagrama de carga, tendo em conta a eliminação do consumo *stand-by*, efectuou-se a afectação do consumo. Para isso, a repartição do consumo pelos diversos intervalos de hora (Tabela 4.33), foi determinado eliminando o consumo *stand-by* do período de estudo do ar condicionado.

**Tabela 4.33 - Distribuição do novo consumo em Wh por intervalo de hora do período de tempo considerado**

Horas	Consumo médio (Wh) sem anulação stand-by	Consumo médio (Wh) com anulação stand-by	Horas	Consumo médio (Wh) sem anulação stand-by	Consumo médio (Wh) com anulação stand-by
0-1h	0,00	0,00	12-13h	38,61	38,61
1-2h	0,00	0,00	13-14h	44,90	44,90
2-3h	0,00	0,00	14-15h	0,00	0,00
3-4h	0,00	0,00	15-16h	0,00	0,00
4-5h	0,00	0,00	16-17h	0,00	0,00
5-6h	0,00	0,00	17-18h	118,44	118,44
6-7h	0,00	0,00	18-19h	289,52	286,27
7-8h	0,00	0,00	19-20h	238,82	223,39
8-9h	0,00	0,00	20-21h	492,84	475,99
9-10h	0,00	0,00	21-22h	361,73	354,76
10-11h	0,00	0,00	22-23h	15,69	15,69
11-12h	0,00	0,00	23-0h	0,00	0,00
<b>Total diário</b>				1600,55	1558,05

Apesar da anulação de consumos *stand-by* ter possibilitado reduzir o consumo de electricidade, não significa que a potência contratada diminua e por isso, para estimar a poupança económica alcançada não foi tida em conta a potência contratada sendo apenas considerada a redução dos custos relativos à energia activa. Como a tarifa deste consumidor bi-horária, a redução que ocorre na factura do período analisado do consumidor em BTN, a poupança mensal é obtida segundo a seguinte expressão (ERSE, 2007d):



Esta poupança mensal resulta numa poupança anual de aproximadamente 1,72 €/ano

De modo a poder-se ver se compensa ou não mudar para tarifa bi-horária, compara-se os custos correspondentes a estas tarifas para a potência contratada, neste caso, 3,45 kVA. Como verificado na Tabela 4.34, pode-se deduzir que a utilização de tarifa bi-horária não compensa mais que a tarifa simples, pois em qualquer dos cenários verifica-se uma perda financeira. Esta análise apenas teve em conta o ciclo diário. Uma análise com o ciclo semanal em vez do ciclo diário associado à tarifa bi-horária poderia dar resultados diferentes.

Tabela 4.34 - Tarifários para as diferentes situações

	Tarifa simples	Tarifa bi-horária (diária)
Situação Existente	10,71 €	13,44 €
Anulação <i>stand-by</i>	10,58 €	13,30 €

#### 4.9.2 - Diagrama de Carga Resultante

Analisando os consumos médios horários e os totais verifica-se que a eliminação de consumo *stand-by* reduz o consumo. Esta redução pode ser visualizada no diagrama de carga horário apresentado na Figura 4.46.

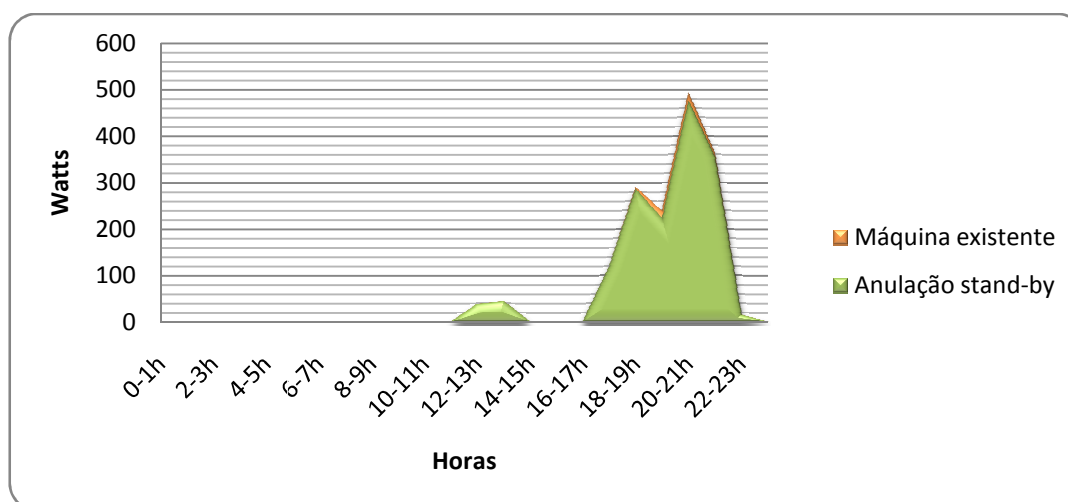


Figura 4.46 - Diagrama de carga horário resultante da medida tomada

## 5 - Emissões de Gases de Efeito de Estufa

O consumo de energia está directamente relacionado com a emissão de gases de efeito de estufa (GEE), sendo o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) o gás que mais contribui para este fenómeno. Tendo em conta as emissões de  $\text{CO}_2$  da central térmica mais eficiente do parque electroprodutor, o factor de emissão considerado é  $350 \text{ g CO}_2/\text{kWh}$ .

Pela análise da Tabela 5.1 e da Figura 5.1, podemos concluir que com a implementação das medidas propostas pode-se obter uma redução significativa do consumo eléctrico o que leva consequentemente à diminuição na mesma percentagem, das emissões de  $\text{CO}_2$  associadas a estes equipamentos e dos custos. No caso de uma família que possua exactamente estes equipamentos eléctricos ou seja, máquina de lavar loiça, fogão, televisão, máquina da roupa, iluminação, frigorífico, arca e ar condicionado, poderá através da implementação das diversas medidas propostas, diminuir em 37% as suas emissões anuais de  $\text{CO}_2$ , passando de um total de emissões de  $837,18 \text{ kgCO}_2/\text{ano}$  para um total de emissões de  $526,28 \text{ kgCO}_2/\text{ano}$ .

**Tabela 5.1 - Emissões de CO<sub>2</sub> anuais (Kg CO<sub>2</sub>/ano) associadas a cada equipamento antes e depois das medidas implementadas e percentagem de redução de emissões de CO<sub>2</sub>**

<b>Equipamento</b>	<b>Medidas Tomadas</b>	<b>Emissões (kgCO<sub>2</sub>/ano) sem poupança</b>	<b>Emissões (kgCO<sub>2</sub>/ano) com poupança</b>	<b>Percentagem de redução de emissões de CO<sub>2</sub></b>
<b>Máq. Loiça sem off-mode</b>	Substituição + Deslocação de cargas	113,26	74,79	34
<b>Máq. Loiça com off-mode (1)</b>	Substituição + anulação de consumo <i>off-mode</i> + deslocação de cargas	61,33	40,24	34
<b>Fogão (2)</b>	Substituição	104,87	51,40	51
<b>Televisão (3)</b>	Anulação de consumos <i>stand-by</i> e <i>off-mode</i>	66,96	49,27	26
<b>Máq. Roupa (4)</b>	Anulação de consumo <i>off-mode</i> + deslocação de cargas	17,84	11,79	34
<b>Iluminação (5)</b>	Substituição	6,92	1,48	79
<b>Frigorífico (6)</b>	Substituição	135,96	99,04	27
<b>Arca (7)</b>	Substituição	238,82	74,01	69
<b>Ar condicionado (8)</b>	Anulação de consumo <i>stand-by</i>	204,47	199,04	3
<b>(1)+(2)+(3)+(4)+(5)+(6)+(7)+(8)</b>		837,18	526,28	37

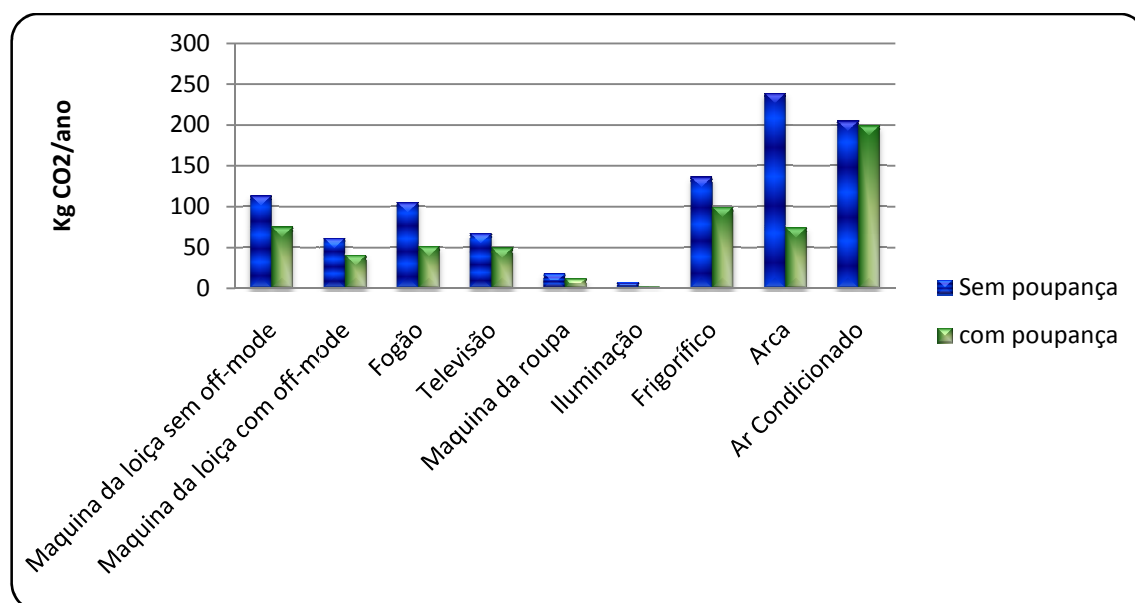


Figura 5.1- Emissões de CO<sub>2</sub> anuais (Kg CO<sub>2</sub>/ano) associadas a cada equipamento antes e depois das medidas implementadas

## 6- Principais Resultados

Com o aparelho *iMeter* pretendeu-se obter a Tabela 6.1 e a Tabela 6.2, a mais completas possíveis, dos potenciais de poupança e funcionalidades do *iMeter*, associado às várias medidas implementadas em cada equipamento.

Tabela 6.1 - potenciais de poupança associadas às várias medidas implementadas em cada equipamento

Habitação	Equipamento	Medidas Tomadas	Poupança Mensal (€)	Poupança Anual (€)
I8 (tarifa simples)	Máq. Loiça	- Substituição - Deslocação de cargas	1,03	12,39
I8 (tarifa simples)	Fogão	- Substituição	1,44	17,22
A5 (tarifa bi-horária)	Televisão	- Anulação de consumo <i>stand-by</i> e <i>off-mode</i>	0,40	4,76
A11 (tarifa bi-horária)	Máq. Roupa	- Anulação de consumo <i>off-mode</i> - Deslocação de cargas	0,22	2,64
A13 (tarifa bi-horária)	Máq. Loiça	- Substituição - Anulação de consumo <i>off-mode</i> - Deslocação de cargas	0,40	4,80
A13 (tarifa bi-horária)	Iluminação	- Substituição	0,11	1,32
B8 (tarifa simples)	Frigorífico	- Substituição	0,87	10,44
C1 (tarifa simples)	Arca	- Substituição	4,14	49,68
C4 (tarifa bi-horária)	Ar Condicionado	- Anulação de consumos <i>stand-by</i>	0,14	1,64

Tanto a substituição de equipamentos como a anulação dos consumos *stand-by* e *off-mode* e a deslocação de cargas, representam atitudes comportamentais, que os consumidores têm a capacidade de tomar com uma relativa facilidade. Estas mudanças nos hábitos de consumo são a base dos métodos de gestão da procura – DSM, que procuram a conservação e

optimização de energia, e podem ser alcançadas a partir da formação dos consumidores, e de variações dos preços praticados. Terá de ser feita uma intervenção ao nível:

- dos consumos *stand-by/off-mode* a partir da: interdição do desenvolvimento no mercado de equipamentos que possuem um consumo *stand-by/off-mode* elevado; obrigação de certos equipamentos terem procedimentos de gestão dos consumos *stand-by* (exemplo *Energy Star*); promoção de dispositivos que permitam a eliminação dos consumos *stand-by/off-mode* (interruptores manuais);
- da performance energética podendo ser conseguida por uma promoção da substituição de equipamentos menos eficientes por outros energeticamente mais eficientes;
- da iluminação, realizada pela substituição de todas as lâmpadas de incandescência e de todas as lâmpadas de halogéneo por lâmpadas fluorescentes compactas;
- a deslocação de cargas, ou seja, da mudança do período de funcionamento de equipamentos das horas de ponta ou cheias do diagrama de carga para horas de vazio.

Como o *iMeter* pretendeu recolher individualmente dados de cada equipamento (um disjuntor por equipamento) para que fosse possível individualizar e caracterizar consumos eléctricos por equipamento, e, como em cada habitação só foi possível recolher dados no máximo de três equipamentos, não foi obtida nesta análise um consumo eléctrico total. Assim as poupanças económicas são obtidas sobre os consumos dos equipamentos medidos e não sobre o consumo total. Desse modo, resultaram poupanças bem menores do que seriam obtidas se soubesse o consumo total mensal de electricidade em cada habitação.

**Tabela 6.2 - Funcionalidades do *iMeter* associadas às várias medidas implementadas em cada equipamento.**

<i>iMeter</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programação remota de informações dos esquemas tarifários, isto é, a tarifação multi-horária, TVHD (maiores discriminações de agregação de consumos e melhor conhecimento destes)</li> <li>• Programação remota de forma a proporcionar funções de controlo, tais como, mudança de ciclo de contagem, opção tarifária, corte e reactivação remotos do serviço, controlo e gestão das cargas (DSM)</li> <li>• Auto-condicionamento dos padrões de consumo pelos próprios utilizadores finais pois consoante o seu esclarecimento e capacidade económica, cada utilizador reagirá aos preços de electricidade com o auxílio de sistemas e instrumentação de controlo ou simplesmente por acções voluntárias de reorganização dos ciclos de utilização de equipamentos.</li> <li>• Pré-programação no sentido de alterar as actividades domésticas em função do preço de electricidade</li> <li>• Racionamento do consumo de electricidade, suavizando a curva da procura, ou seja redução das cargas durante os períodos de ponta e aumento das cargas durante os períodos de vazio</li> <li>• Aplicação de novos tarifários tais como o <i>real time price</i> do kWh que proporciona um plano de preços variáveis para o custo de electricidade em função do tempo, proporciona um meio de registar o uso de electricidade num dado preço e proporciona ao consumidor variar o consumo de electricidade automaticamente em função do preço</li> <li>• Visualização de informações sobre o consumo instantâneo e acumulado, qualidade de serviço e preços de energia (promovem comportamentos mais eficientes do consumo fornecendo maior visibilidade aos consumos de energia – alterações dos hábitos de consumo e eficiência energética)</li> <li>• Automação que inclui serviços de gestão de energia, e funções de controlo (o controlo pode ser baseado em temporizações, assentes em sensores, tais como sensores de presença que ligam a iluminação de uma sala quando é detectada a presença de alguém, e controlo remoto, tal como iniciar o aquecimento/arrefecimento da habitação horas antes da chegada.)</li> <li>• Automação que possibilita ao consumidor, estabelecer à priori o valor mensal aproximado do seu consumo, indicando as cargas que devem ser desactivadas em situações de maior procura (o utilizador a partir de um computador geral, ou mesmo a partir de um aparelho de televisão pode controlar toda a gestão e conservação de energia da sua casa).</li> </ul>

## 7- Eficiência do *iMeter* para a recolha de consumos

Pela Tabela 7.1 e Figura 7.1 verifica-se que o aparelho, neste caso, não apresentou uma eficiência muito boa, na leitura dos consumos de electricidade. Isto poderá ter sido devido ao facto deste equipamento utilizar frequências do espaço radiofónico público atribuídas pela entidade que gere o espectro de frequências, o que em certas áreas urbanas, o espectro está de tal forma sobrecarregado que cria dificuldades à transmissão de dados. Outra razão plausível



poderá ser a actual rede de cobertura GSM, ao qual esta habitação, poderá não estar completa e correctamente abrangida. Um outro motivo plausível é o facto de este equipamento estar em estado de protótipo e encontrar-se ainda em fase de testes. Estas razões atrás descritas poderão ser a razão pela qual o *iMeter* tem uma ausência de recolha de dados tão prolongada em certas alturas (meses).

O principal destinatário dos produtos desenvolvidos pela empresa ISA é o mercado internacional. Assim sendo, este concentrador integrado no projecto *EcoFamílias* serve como teste que permite corrigir os pequenos defeitos e optimizar funcionalidades para quando for comercializado para os grandes mercados ser o mais eficiente possível (Fonseca, 2008).

**Tabela 7.1 - Eficiência do *iMeter* para a recolha de consumos**

Habitação	Eficiência do <i>iMeter</i> (%)	Habitação	Eficiência do <i>iMeter</i> (%)
<b>A3</b>	13,77	<b>F3</b>	1,14
<b>A5</b>	11,76	<b>F4</b>	54,91
<b>A11</b>	13,77	<b>F7</b>	14,82
<b>A13</b>	100,00	<b>F10</b>	50,95
<b>A20</b>	32,78	<b>F11</b>	2,47
<b>A28</b>	28,33	<b>F12</b>	17,47
<b>B3</b>	56,47	<b>F13</b>	12,71
<b>B8</b>	55,35	<b>F16</b>	71,26
<b>B15</b>	10,30	<b>F19</b>	1,42
<b>B22</b>	17,34	<b>G11</b>	60,66
<b>C1</b>	40,88	<b>H6</b>	27,32
<b>C4</b>	6,49	<b>H12</b>	44,17
<b>C16</b>	3,88	<b>H23</b>	21,66
<b>C19</b>	5,69	<b>I8</b>	29,41
<b>E24</b>	42,99	<b>I15</b>	26,48
<b>Média</b>	29,60		

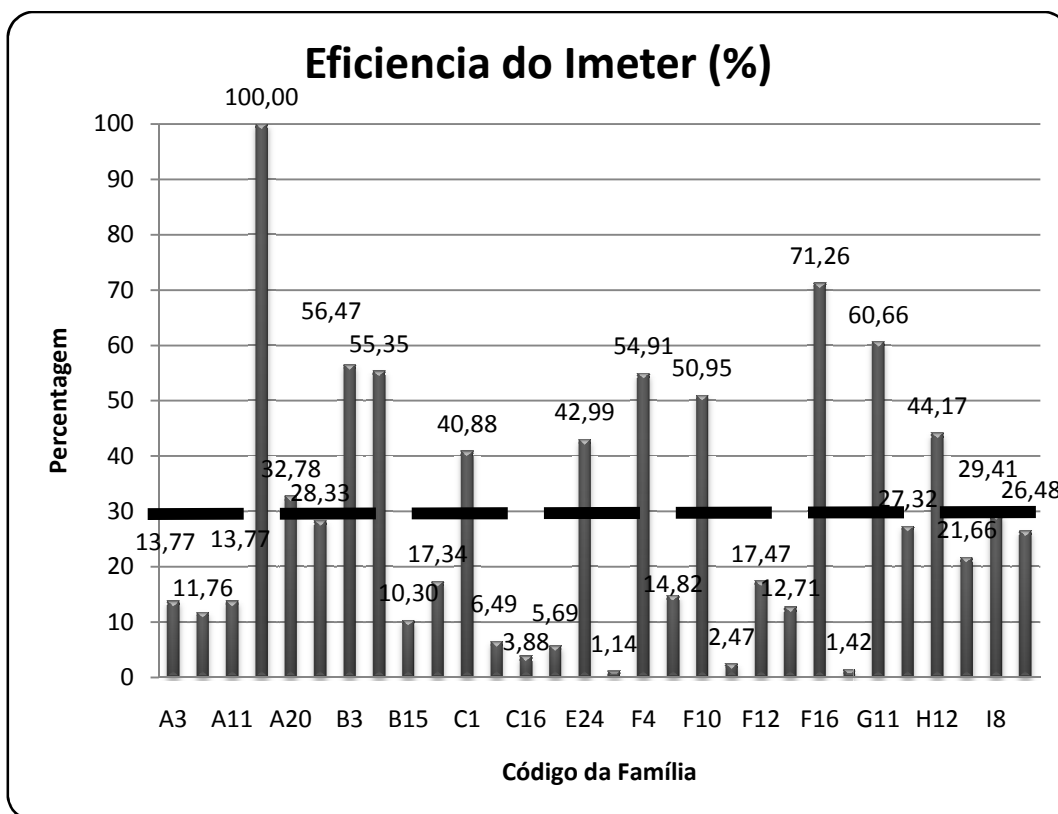


Figura 7.1 - Eficiência do *iMeter* para a recolha de consumos

## 8 - Análise SWOT do aparelho *iMeter* no caso de estudo

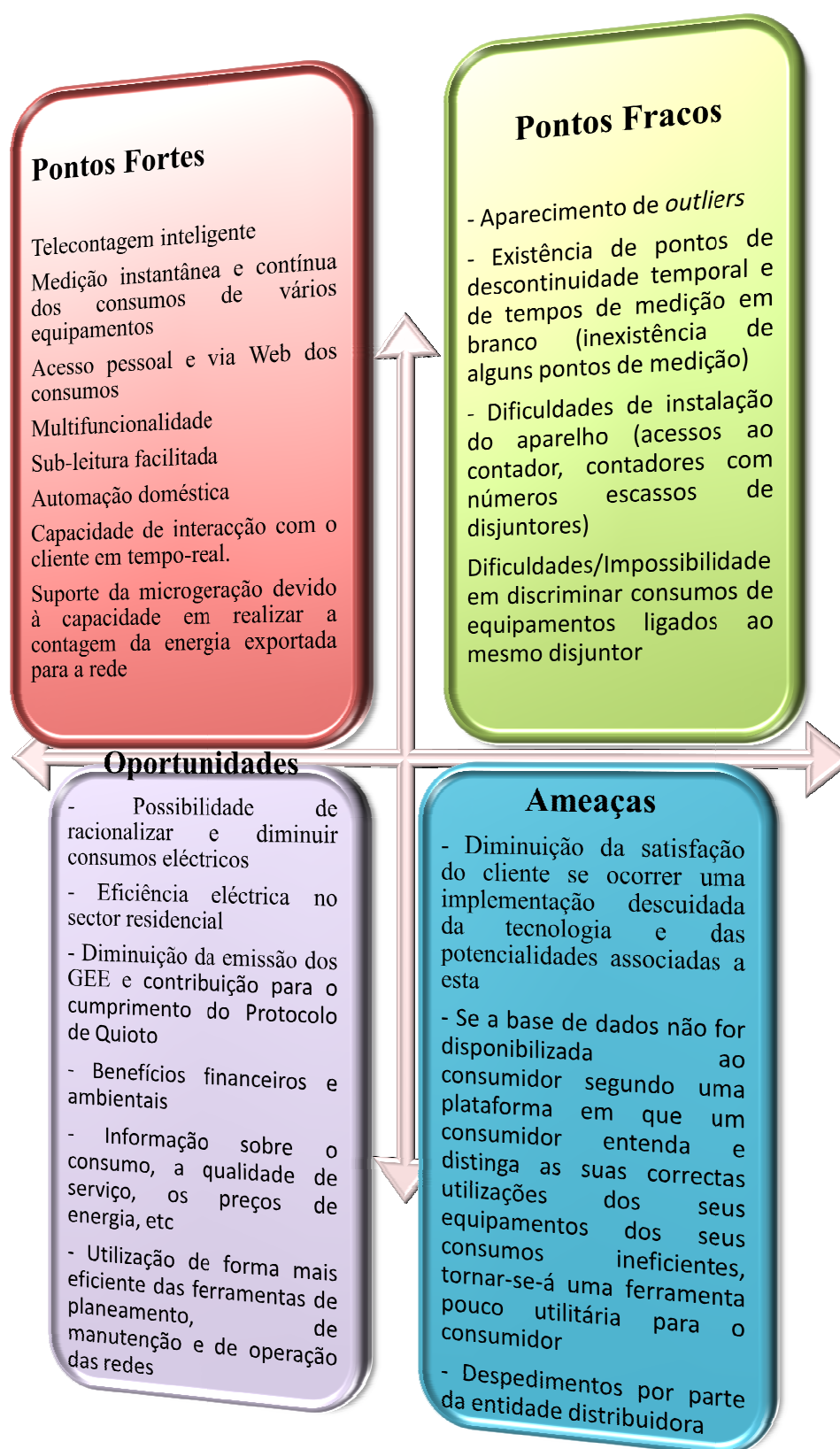


Figura 8.1 - Análise SWOT do aparelho *iMeter* no caso de estudo

## 9- Conclusões

Este trabalho teve como objectivo principal analisar as potencialidades nas áreas da conservação de energia e eficiência energética do concentrador *iMeter* pela sua capacidade de aquisição remota de dados de contadores de BT, sem que seja necessária a intervenção humana.

Definiu-se Sistema de Telecontagem como um sistema de comunicação que permite remotamente e em tempo real, executar medições em sítios remotos ou inacessíveis o que possibilita o controlo, a monitorização e a coordenação, total ou parcial, das infra-estruturas e serviços de distribuição. A telecontagem da energia eléctrica, juntamente com as funcionalidades que o *iMeter* disponibiliza, é uma ferramenta essencial para a mudança de comercializador, detecção automática de perdas eléctricas e casos fraudulentos, para a redução de consumos (e consequentemente de emissões de CO<sub>2</sub>) e para a gestão da rede de distribuição em tempo real.

O *iMeter* foi integrado no projecto *EcoFamílias*, como instrumento de telecontagem dos consumos eléctricos em cada disjuntor, permitindo assim a monitorização de equipamentos ligados directamente ao sistema eléctrico da casa. Ultrapassaram-se assim problemas de registo de consumos de electrodomésticos de difícil ou impossível acesso, não permitindo a leitura por outro equipamento (*Energy-Check*) dos consumos eléctricos nas tomadas. O *iMeter*, apesar de muitas vantagens teve, em algumas habitações, a desvantagem de muitos dos quadros eléctricos encontrados estarem mal estruturados, tendo muitos circuitos no mesmo disjuntor. Por isso, em vez de se efectuar medições de apenas um equipamento, obteve-se uma medição simultânea de vários electrodomésticos, o que não possibilitou uma caracterização pormenorizada nesses casos. Deste modo, das 39 habitações onde foi colocado o *iMeter*, apenas sete habitações foram consideradas neste trabalho, pois tinham os seus quadros eléctricos estruturados de forma a obter consumos individuais e instantâneos de cada um dos equipamentos motivo de análise.

Da implementação do projecto no terreno e devido a algumas dificuldades que ocorreram, resultaram também diferenças nos dados recolhidos em cada família, quer em termos de qualidade, quer em quantidade. Com este instrumento, obteve-se uma grelha, o mais completa possível, dos consumos reais de cada equipamento, para uma avaliação o mais fidedigna

possível do potencial de poupança associada à anulação de *stand-by* e *off-mode* dos equipamentos, troca de lâmpadas e substituição de electrodomésticos.

Tal como qualquer um dos equipamentos de medição remota de energia eléctrica existentes, o *iMeter* tem um custo mais elevado que os usuais equipamentos electromecânicos instalados. No entanto, este acarreta muitos benefícios para o consumidor que passa a poder monitorizar e alterar os seus perfis de consumo, a perceber que tipo de equipamentos tem um consumo *standby/off-mode* que se podem desligar, a perceber que se deve reduzir o uso de equipamentos de maior potência em períodos de maior custo da electricidade, deixando também de pagar os consumos baseados em estimativas, que muitas vezes não reflectem o consumo real. Os fornecedores vêem assim as suas redes remotamente controladas o que consequentemente resolve certos conflitos resultantes de estimativas gravosas e diminui determinados custos associados á usual contagem de energia eléctrica. No entanto, estes benefícios só se tornam reais se for disponibilizada informação aos consumidores de uma forma fiável e perceptível e se estes alterarem os seus comportamentos e hábitos de consumo, no sentido de os reduzir e/ou deslocar para outros períodos. Devido ao facto do *iMeter*, tal como outros equipamentos de medição remota, ter capacidade de recepção, armazenamento e envio de dados, é possível a aplicação de novos tarifários tais como o *real time price* do kWh.

Relativamente ao caso de estudo, monitorizou-se o funcionamento de equipamentos como sistemas de ar condicionado, máquinas de lavar loiça e roupa, frigorífico, televisão e lâmpadas incandescentes e economizadoras. A monitorização do funcionamento de outros equipamentos, como PC's fixos (em que o monitor fica em *standby* ou mesmo ligado), por determinadas razões inerentes à instalação do *iMeter* nas habitações de estudo, não foi possível ser realizada. Constatou-se que o conhecimento das características do consumo de electricidade de cada habitação, possibilita adaptar a estrutura tarifária às realidades dos consumidores. Constatou-se também, que a implementação de equipamentos mais eficientes, pode resultar numa significativa redução dos consumos e que a deslocação de determinadas cargas para outros períodos resulta na redução das pontas e na alteração da forma das curvas de carga. Concluiu-se que, apesar do investimento económico estimado poder ser significativo para o consumidor, a adopção destas medidas permite vantagens essencialmente económicas e ambientais, pois pode-se obter uma redução significativa do consumo eléctrico (neste caso de estudo 37%) o que leva consequentemente à diminuição na mesma percentagem, das emissões de CO<sub>2</sub> associadas a estes equipamentos e dos respectivos custos.

As razões pela qual o *iMeter* não apresentou uma boa eficiência (apenas cerca de 30%) e ter uma ausência de recolha de dados tão prolongada em certas alturas (meses), poderão ser: o espectro de frequências em certas alturas estar sobrecarregado o que cria dificuldades à transmissão de dados; certas habitações poderão não estar completa e correctamente abrangidas pela actual rede de cobertura GSM; o *iMeter* estar na altura em estado de protótipo e encontrar-se ainda em fase de testes.

A emergência de energias alternativas, de novas tecnologias de geração e conservação de energia e de uma maior consciencialização dos consumidores face às questões ambientais, resultará uma redução da procura de energia eléctrica ou uma utilização mais racional, contribuindo assim para um maior desenvolvimento económico e social com benefícios ambientais. O sucesso do investimento em Sistemas de Telecontagem depende sobretudo das tecnologias de comunicação utilizadas, das suas funcionalidades, da sua aptidão em suportar evoluções futuras e do conhecimento do real valor dos custos envolvidos associado ao aparecimento de novos serviços. Assim, para que o *iMeter* ou qualquer outro equipamento de medição remota, possa ser implementado em Portugal, é importante que seja feita uma boa análise custo-benefício e que sejam definidos protocolos de comunicação e de funcionalidades para que se crie uma interoperabilidade entre os equipamentos de diferentes fabricantes.

Prevê-se que num futuro próximo existirá uma enorme transformação no sector eléctrico sendo as tecnologias de informação as maiores responsáveis pela afectação das companhias de electricidade e pela maioria dos novos serviços disponibilizados. A integração cada vez maior dos serviços de Internet nas habitações, a crescente evolução dos sistemas de telecontagem e dos sistemas de controlo, levarão certamente a uma modificação do modo de pensar, agir e interagir do consumidor suportados por estas novas tecnologias.

## 10 - Referências Bibliográficas

Barros, M. F. M., (1999). Telemedida de Consumos de Electricidade, Instituto Politécnico de Tomar, Departamento de Engenharia Electrotécnica.

Bruchem, H. V. (2006). Think Smart! The introduction of smart gas meters, <http://www.igu.org/html/wgc2006/pdf/paper/add10287.pdf>; consultado em Fevereiro de 2009.

Cannatelli, V.(2004). Enel Telegestore. Project is on Track, Metering International Issue 1 2004.

Cruz, C. M. C. (1994). Sistema Electrónico Integrado para Telecontagem e Gestão de Energia Eléctrica.

DGEG – Direcção Geral de Geologia e Energia (2004). Eficiência energética em equipamentos e sistemas eléctricos no sector residencial, <http://www.eficiencia-energetica.com/docs/Eficiencia.pdf>; consultado em Junho de 2008.

DGEG – Direcção Geral de Geologia e Energia (2006). Estatísticas - Balanços Energéticos, <http://www.dgge.pt>; consultado em Junho de 2008.

EAIS – European Appliance Information System (s.d.). Base de dados de eficiência energética de equipamentos, <http://equipamentos.p3e-portugal.com/listagem/index.asp?Linha=cozinha&categoria=10>; consultado em Dezembro de 2008.

EDP – Electricidade de Portugal (2006). Mercado Ibérico de Electricidade (MIBEL), <http://www.edp.pt/EDPI/Internet/PT/Group/AboutEDP/HotIssues/IberianElectricityMarket/Default.htm>; consultado em Fevereiro de 2009.

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (2003). Despacho n.º 23 279 - H / 2003, <http://www.erse.pt/NR/rdonlyres/CE0C3480-FC08-453D-ABF3-DB918A75472F/0/DespachoERSE23279H2003.pdf>; consultado em Outubro de 2008.

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (2004). Liberalização do Mercado de Electricidade. Conceitos Gerais, <http://www.erse.pt/vpt/perguntasfrequentes/liberalizacaodomercadodeelectricidade/conceitosgerais>; consultado em Novembro de 2008.

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (2007a). Consulta pública sobre o plano de substituição e funcionalidades mínimas dos contadores para o segmento dos clientes domésticos e pequenas empresas, [http://www.erse.pt/NR/rdonlyres/D6257911-FA51-4D7F-B78D-E0FDB69AAB13/0/Telecontagem\\_Doc\\_Consulta\\_Publica\\_versaointegrada.pdf](http://www.erse.pt/NR/rdonlyres/D6257911-FA51-4D7F-B78D-E0FDB69AAB13/0/Telecontagem_Doc_Consulta_Publica_versaointegrada.pdf); consultado em Dezembro de 2008.

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (2007b). Funcionalidades Mínimas e Plano de Substituição dos Contadores de Energia Eléctrica, [http://www.erse.pt/NR/rdonlyres/AF22294E-869D-46A7-9FB4-BFE12893A880/0/Func\\_Plano\\_Subs\\_contadores\\_F.pdf](http://www.erse.pt/NR/rdonlyres/AF22294E-869D-46A7-9FB4-BFE12893A880/0/Func_Plano_Subs_contadores_F.pdf); consultado em Dezembro de 2008.

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (2007c). Despacho n.º 13 - 2007, <http://www.erse.pt/NR/rdonlyres/C9C5D402-1886-4252-9D2F-76682492926C/0/Despacho132007PublicaçãoTarifas2008.pdf>; consultado em Dezembro de 2008.

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (2007d). Despacho n.º 9 - 2007, [http://www.erse.pt/NR/rdonlyres/6B3630E2-AC58-4226-BCCB-4E474449CFA7/0/Despacho92007\\_AltTarifas2007.pdf](http://www.erse.pt/NR/rdonlyres/6B3630E2-AC58-4226-BCCB-4E474449CFA7/0/Despacho92007_AltTarifas2007.pdf); consultado em Dezembro de 2008.

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (2008). Relatório de Actividades do Conselho de Reguladores do MIBEL, [http://www.erse.pt/NR/rdonlyres/ADFA36E5-2A0A-48A7-8BDD-44C478123C5F/0/MIBELPRESID\\_ERSE\\_RELAT\\_ACTIVI\\_FINAL\\_PORTUGUES.pdf](http://www.erse.pt/NR/rdonlyres/ADFA36E5-2A0A-48A7-8BDD-44C478123C5F/0/MIBELPRESID_ERSE_RELAT_ACTIVI_FINAL_PORTUGUES.pdf); consultado em Fevereiro de 2009.

ESMA – European Smart Metering Alliance (2007). Smart Metering. Case Studies, <http://www.esma-home.eu/smartMetering/caseStudies.asp>; consultado em Setembro de 2008.



Ferranti Computer Systems (s.d.). Smart Metering, <http://www.ferranti.be/business-solutions/energy-utilities/Products/Pages/SmartMetering.aspx>, consultado em Fevereiro de 2009.

Fernandes, A. (2008). Certificação Energética e Ar Interior. Edifícios, [http://lisboaenova.org/images/stories/Workshops/2008/WorkshopReabilitacao\\_13032008/ApresentacaoAlexandreFernandes\\_13032008.pdf](http://lisboaenova.org/images/stories/Workshops/2008/WorkshopReabilitacao_13032008/ApresentacaoAlexandreFernandes_13032008.pdf); consultado em Abril de 2008.

Ferreira, J., J. (s.d.). Demand-Side Management, Um instrumento de planeamento, Ingenium – Revista da Ordem dos Engenheiros.

Fonseca, A. (2008). Energia bem medida, Exame Informática, pp. 106-108.

Gerwen, R. V., (2006). Smart Metering, <http://www.leonardo-energy.org/drupal/files/2006/20061204-SmartMetering.pdf?download>; consultado em Fevereiro de 2009.

Gerwen, R. V., Jaarsma, S., Wilhite, R. (2006). Smart Metering, <http://www.helio-international.org/projects/SmartMetering.Paper.pdf>; consultado em Fevereiro de 2009.

INESCPORTO – Laboratório Associado (2009). InovGrid permite casas energeticamente mais inteligentes; <http://www2.inescporto.pt/use/noticias-eventos/nos-na-imprensa/inovgrid-permite-casas-energeticamente-mais-inteligentes>.

ISA – Intelligent Sensing Anywhere (2008). *iMeter*, [http://www.isa.pt/documentation/iMeter\\_PT.pdf](http://www.isa.pt/documentation/iMeter_PT.pdf); consultado em Julho de 2008.

JN:Negócios (2008). Revolução dos contadores de electricidade, pp.4-5.

Ministério da Economia e da Inovação (2007). Compatibilização de regulamentos de Portugal e Espanha no sector energético, [http://www.portugal.gov.pt/Portal/PT/Governos/Governos\\_Constitucionais/GC17/Ministerios/MEI/Comunicacao/Notas\\_de\\_Imprensa/20070308\\_MEI\\_Com\\_Regulamentos\\_Energia.htm](http://www.portugal.gov.pt/Portal/PT/Governos/Governos_Constitucionais/GC17/Ministerios/MEI/Comunicacao/Notas_de_Imprensa/20070308_MEI_Com_Regulamentos_Energia.htm); consultado em Fevereiro de 2009.

ME – Mercado Eléctrico (2008a). Telecontagem em Macau, Mercado Eléctrico nº32, 2008, pp. 12.

ME – Mercado Eléctrico (2008b). INESC PORTO no arranque do InovGrid, Mercado Eléctrico nº33, 2008, pp. 8.

ME – Mercado Eléctrico (2008c). Energia Estabilizada, Mercado Eléctrico nº33, 2008, pp. 26-30.

Morch, A. Z., Parsons, J., Kester, J. C. P. (2007). Smart electricity metering as an energy efficiency instrument: Comparative analyses of regulation and market conditions in Europe, <http://www.leonardo-energy.org/links/eceee2023>; consultado em Setembro de 2008.

OMIP – Operador do Mercado Ibérico de Energia (2009). MIBEL, <http://www.omip.pt/monofolha.php?id=33>; consultado em Dezembro de 2008.

Quercus – Associação Nacional de Conservação da Natureza (2007). TopTen, <http://www.topten.pt>; consultado em Dezembro de 2008.

Quercus – Associação Nacional de Conservação da Natureza (2008). Projecto EcoFamílias. Relatório Final.

Ramage, J. (2003). Guia da Energia. Um guia prático para os aspectos mais importantes da energia, pp. 134.

Ryberg, T. (2003). Legislation Triggers AMR Room in Sweden, Metering International, pp. 44-45.

Rosa, A. C. C. (2003). Análise de Opções de Aquecimento Ambiental em Edifícios do Sector Residencial, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Sousa, J., L. (2000). A tarifa bi-horária e o condicionamento da procura de electricidade no sector residencial, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Zhang, T., Nuttall, W. J. (2007). An Agent Based Simulation of Smart Metering. Technology Adoption, <http://www.electricitypolicy.org.uk/pubs/wp/eprg0727.pdf>; consultado em Fevereiro de 2009.